

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО
ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
ИНСТИТУТ ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ

СТУДЕНЧЕСКИЙ ЧАПТЕР МЕЖДУНАРОДНОГО ОБЩЕСТВА
ИНЖЕНЕРОВ-НЕФТЯНИКОВ, г. ТОМСК



ПРОБЛЕМЫ ГЕОЛОГИИ И ОСВОЕНИЯ НЕДР

Том I

*Труды XVI Международного симпозиума имени академика
М.А. Усова студентов и молодых учёных, посвященного 110-летию
со дня рождения профессора, Заслуженного деятеля науки и техники
Л.А. Халфина и 40-летию научных молодежных конференций имени
академика М.А. Усова «Проблемы геологии и освоения недр»*

Издательство
Томского политехнического университета
2012

УДК 504(063)
ББК 20.1л0
П78

П78 **Проблемы геологии и освоения недр:** Труды XVI Международного симпозиума имени академика М.А. Усова студентов и молодых ученых, посвященного 110-летию со дня основания горно-геологического образования в Сибири. Том I; Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2012. – 730 с.

ISBN 978-5-98298-569-9

В сборнике отражены проблемы палеонтологии, стратиграфии, тектоники, исторической и региональной геологии, минералогии, геохимии, петрологии, литологии, полезных ископаемых, металлогении, гидрогеологии, гидрогеохимии, инженерной геологии, геофизики, нефтяной геологии, геоинформационных систем в геологии, разработки нефтяных и газовых месторождений, переработки углеводородного и минерального сырья, нефтегазопромыслового оборудования, бурения нефтяных и газовых скважин, техники и технологии добычи, транспорта и хранения нефти и газа, горного дела, технологии и техники разведки месторождений полезных ископаемых, геоэкологии, гидрогеоэкологии, охраны и инженерной защиты окружающей среды, комплексного использования минерального сырья, землеустройства, экономики минерального сырья и горного права.

Публикация сборника трудов XVI Международного научного симпозиума осуществляется при информационной поддержке Министерства образования и науки РФ (Роснаука) и при поддержке Российского фонда фундаментальных исследований РФ.

УДК 504(063)
ББК 20.1л0

Главный редактор – О.Г. Савичев, профессор, д.г.-м.н.
Ответственный редактор – Г.М. Иванова, доцент, к.г.-м.н.
Ответственные редакторы секций:
Секция 1 – А.А. Поцелуев, профессор, д.г.-м.н.
Секция 2 – И.В. Кучеренко, профессор, д.г.-м.н.
Секция 3 – А.К. Мазуров, профессор, д.г.-м.н.
Секция 4 – Н.М. Недоливко, доцент, к.г.-м.н.
Секция 5 – Л.Я. Ерофеев, профессор, д.г.-м.н.
Секция 6 – В.К. Попов, профессор, д.г.-м.н.
Секция 7 – С.Л. Шварцев, профессор, д.г.-м.н.
Секция 8 – Ю.С. Ананьев, доцент, к.г.-м.н.
Секция 9 – О.А. Пасько, профессор, д.с.-х.н.
Секция 10 – А.Т. Росляк, профессор, д.т.н.
Секция 11 (подсекция 1) – В.И. Ерофеев, профессор, д.ф.-м.н.
Секция 11 (подсекция 2) – А.В. Кравцов, профессор, д.т.н.
Секция 11 (подсекция 3) – В.В. Коробочкин, профессор, д.т.н.
Секция 12 – В.Д. Евсеев, профессор, д.т.н.
Секция 13 – С.Я. Рябчиков, профессор, д.т.н.
Секция 14 – В.Г. Лукьянов, профессор, д.т.н.
Секция 15 – В.Г. Крец, доцент, к.т.н.
Секция 16 – А.В. Рудаченко, доцент, к.т.н.
Секция 17 – С.Н. Харламов, профессор, д.ф.-м.н.
Секция 18 – Л.П. Рихванов, профессор, д.г.-м.н.
Секция 19 – В.И. Верещагин, профессор, д.х.н.
Секция 20 – Г.Ю. Боярко, профессор, д.э.н.
Секция 21 – Л.М. Болсуновская, доцент, к.фил.н.
Технические редакторы – А.В. Епихин, ассистент
А.В. Ковалев, ассистент

ISBN 978-5-98298-569-9

© ГОУ ВПО «Национальный исследовательский Томский политехнический университет», 2012
© Оформление. Издательство Национального исследовательского Томского политехнического университета, 2012

MINISTRY OF EDUCATION AND SCIENCE OF THE RUSSIAN FEDERATION
FEDERAL STATE EDUCATIONAL INSTITUTION OF HIGHER EDUCATION
NATIONAL RESEARCH TOMSK POLYTECHNIC UNIVERSITY
INSTITUTE OF NATURAL RESOURCES

SPE TOMSK STUDENT CHAPTER



PROBLEMS OF GEOLOGY AND SUBSURFACE DEVELOPMENT

Tom I

*Proceedings of the 16th International Scientific Symposium of Students,
Postgraduates and Young Scientists in honor of Academician M.A. Usov,
Devoted to the 110 anniversary of the professor, Honoured scientist L. Khalfin's
birth and to the 40 anniversary of the scientific youth conferences in honor of
Academician M.A. Usov "Problems of geology
and subsurface development"*

Tomsk Polytechnic University Publishing House
2012

UDC 504(063)
BBC 20.1.10
P78

P78 **Problems of Geology and Subsurface Development:** proceedings of the 16th International Scientific Symposium of Students, Postgraduates and Young Scientists in honor of Academician M.A. Usov, devoted to the 110 anniversary of Mining Education in Siberia. Tom I; Tomsk Polytechnic University. – Tomsk: Tomsk Polytechnic University Publishing House, 2012. – 730 p.

ISBN 978-5-98298-569-9

Problems of paleontology, stratigraphy, tectonics, historical and regional geology, mineralogy, geochemistry, petrology, lithology, mineral products, hydrogeology, hydrogeochemistry, engineering geology, geophysics, oil geology, hydrocarbon and minerals refining, oil and gas fields development, oil field equipment, well drilling, techniques and technology of oil and gas transportation and storage, mining, exploration technique, geocology, environmental protection, complex mineral resource usage, land management, mineral economics and mining law were discussed.

Proceedings of the 16th International Scientific Symposium were published under the information support of Russian Agency of Education (Rosnauka) and under the support of Russian Foundation for Basic Research.

UDC 504(063)
BBC 20.1.10

Editor-in-chief – O.G. Savichev, Professor
Executive editor – G.M. Ivanova, Associate Professor
Panels' executive editors:
Panel 1 – A.A. Potzeluev, Professor
Panel 2 – I.V. Kucherenko, Professor
Panel 3 – A.K. Mazurov, Professor
Panel 4 – N.M. Nedolivko, Associate Professor
Panel 5 – L.Ya. Yerofeyev, Professor
Panel 6 – V.K. Popov, Professor
Panel 7 – S.L. Shvartzev, cccc
Panel 8 – Yu.S. Ananov, Associate Professor
Panel 9 – O.A. Pasko, Professor
Panel 10 – A.T. Roslyak, Professor
Panel 11 (1) – V.I. Yerofeyev, Professor
Panel 11 (2) – A.V. Kravtsov, Professor
Panel 11 (3) – V.V. Korobochkin, Professor
Panel 12 – V.D. Yevseyev, Professor
Panel 13 – S.Y. Ryabchikov, Professor
Panel 14 – V.G. Lukyanov, Professor
Panel 15 – V.G. Krets, Associate Professor
Panel 16 – A.V. Rudachenko, Associate Professor
Panel 17 – S.N. Kharlamov, Professor
Panel 18 – L.P. Rikhvanov, Professor
Panel 19 – V.I. Vereshagin, Professor
Panel 20 – G.Yu. Boyarko, Professor
Panel 21 – L.M. Bolsunovskaya, Associate Professor
Technical editor – A.V. Epikhin, Assistent
A.V. Kovalev, Assistent

ISBN 978-5-98298-569-9

© State Educational Institution of Higher Professional Training
«National Research Tomsk Polytechnic University», 2012
© Design. National Research Tomsk Polytechnic University
Publishing House, 2012

ПРЕДИСЛОВИЕ

2 – 7 апреля 2012 г. в Национальном исследовательском Томском политехническом университете (ТПУ) на базе Института природных ресурсов (ИПР) состоялся Шестнадцатый Международный научный симпозиум имени академика М.А. Усова студентов и молодых ученых «Проблемы геологии и освоения недр», посвященный 110-летию со дня рождения профессора, Заслуженного деятеля науки и техники Л.Л. Халфина и 40-летию научных молодежных конференций имени академика М.А. Усова «Проблемы геологии и освоения недр».

Организация и проведение Шестнадцатого Международного научного симпозиума «Проблемы геологии и освоения недр» осуществлялась при информационной поддержке Министерства образования и науки РФ (Роснаука), Фонда фундаментальных исследований и была поручена Институту природных ресурсов Национального исследовательского Томского политехнического университета (ИПР ТПУ) как признание заслуг ИПР ТПУ, старейшего высшего технического учебного заведения, в подготовке геологических кадров и высоких достижений в научных исследованиях. Институт природных ресурсов в 2011 г. отметил свое 110-летие. Он был основан в 1901 г. В.А. Обручевым – первым штатным геологом Сибири, впоследствии ставшим академиком АН СССР, Героем Социалистического Труда, первым в нашей стране лауреатом Ленинской премии.

ИПР (горное отделение ГТИ) является родоначальником геологического образования и геологической науки в азиатской части России. Созданная В.А. Обручевым сибирская горно-геологическая школа сыграла и сегодня продолжает играть важную роль в открытии, изучении и освоении минерально-сырьевых ресурсов не только Сибири, Дальнего Востока и Северо-Востока нашей страны, но и Средней Азии.

Среди выпускников института – целая плеяда выдающихся ученых, инженеров и организаторов производства. Это М.А. Усов – ученик и первый аспирант В.А. Обручева, первый из числа выпускников института (ГРФ, НГФ, ИГНД, ИПР) – профессор и первый из сибиряков – академик, с именем которого связано становление горнодобывающей промышленности Сибири и первенца ее геологической службы – Сибгеолкома; академик К.И. Сатпаев – организатор и первый президент Академии наук Казахстана; профессор Н.Н. Урванцев, первооткрыватель уникального Норильского рудного региона; профессор М.К. Коровин, первым указавшей на перспективы нефтегазоносности Западной Сибири и многие другие. Из почти 14 тысяч выпускников института (факультета) более 450 стали первооткрывателями месторождений полезных ископаемых, 50 – Лауреатами Ленинской и Государственной премий, более 250 – докторами и более 1600 кандидатами наук. Из стен ИПР вышло 15 академиков и членов-корреспондентов Академии Наук, 5 Героев Социалистического Труда.

Сегодня Институт природных ресурсов ТПУ представляет собой крупный учебный (около 3000 студентов) и научный центр в области геологии, поисков, разведки и разработки разнообразных полезных ископаемых, в том числе геологии углеводородного сырья и его переработки, нефтегазодобычи, транспортировки и хранения нефти и газа. Он включает в себя 16 кафедр; аналитический центр; два Инновационных научно-образовательных Центра («Трубопроводный транспорт нефти и газа» и «Урановая геология»), 9 научно-производственных Центров и 15 Инновационных научно-образовательных Центров; 3 музея: минералогический, палеонтологический, кабинет-музей академиков В.А. Обручева и М.А. Усова. В ИПР работают более 433 преподавателей, среди которых 5 – академики РАН, 28 академиков и членов-корреспондентов общественных академий, 58 докторов и 202 кандидата наук. Институт ведет подготовку кандидатов и докторов наук по 33 специальностям.

С момента основания в ИПР (ГРФ, НГФ, ИГНД) ТПУ успешно осуществлялось единство научно-исследовательской работы по фундаментальным и прикладным наукам – высшего образования и производственной деятельности, создавались и развивались богатые традиции НИРС, бережно сохраняемые и развиваемые и по сей день.

В работе Шестнадцатого Международного симпозиума было заслушано и рассмотрено, с учетом стендовых, 989 докладов 1020 авторов, среди которых 390 иногородних из 52 городов России и 40 зарубежных участника. Всего на симпозиуме выступили с докладами 673 студента, 180 аспирантов, 80 молодых научных сотрудников, 34 инженера, 15 молодых преподавателей, 7 школьников. За 4 дня работы симпозиума в нем приняли участие 2100 человек.

Участники симпозиума представляли 60 вузов и НИИ. Представителями вузов было сделано 902 доклада, представителями Российской академии наук и ее филиалов – 30 докладов, представителями Национальных академий наук СНГ – 7 докладов, представителями отраслевых НИИ – 28 доклада, представителями производственных организаций – 15, школ, лицеев – 7. В работе симпозиума участвовали молодые ученые из Российской Академии наук (г. Москва) и ее филиалов, а также из Национальных Академий наук стран СНГ (Украины, Белоруссии, Азербайджана, Таджикистана, Узбекистана, Армении). Дальнее зарубежье было представлено выступлениями 9 участников из Великобритании, Германии, Чехии, Вьетнама, Китая, США, Франции.

В день открытия XVI Международного симпозиума для участников симпозиума в актовом зале ТПУ были организованы три интересные выставки: 1. «Исторические материалы к 110-летию со дня рождения профессора, Заслуженного деятеля науки и техники Л.Л. Халфина»; 2. «К 40-летию научных молодежных конференций имени академика М.А. Усова «Проблемы геологии и освоения недр»». 3. «Традиции и научные достижения студентов и молодых ученых ИПР ТПУ в области геологии и современных технологий в освоении недр Земли (1901 - 2012 гг.)» Выставки вызвали большой интерес у участников симпозиума.

География участников симпозиума обширна: на востоке – от Сахалина, г.г. Петропавловск-Камчатский, Южно-Сахалинска, Владивостока, Благовещенска, Красноярска, Читы, Иркутска до г.г. Барнаула, Кемерово, Новокузнецка и др.; на севере – от г.г. Мирного, Якутска, Нерюнгри, Магадана, Нижневартовска, Ханты-Мансийска, Нефтеюганска до г.г. Тюмени, Улан-Удэ, Сыктывкара и т.д.; на западе – от г.г. Минска, Киева,

Москвы, Санкт-Петербурга, Екатеринбургa до г.г. Самары, Казани, Уфы, Перми и т.д. и ближайшего соседа – г. Новосибирска; на юге – от городов республик Средней Азии до г.г. Ивано-Франковска, Одессы, Новочеркасска, Симферополя, Новороссийска, Владикавказа, Воронежа, Ставрополя, Астрахани и т.д. Широко была представлена молодежь Урала, Западной и Восточной Сибири. Страны СНГ были представлены участниками из Узбекистана (г. Ташкент), Таджикистана (г. Душанбе), Азербайджана (г. Баку), Казахстана (г. Алмата, г. Семипалатинск, г. Караганда, г. Павлодар), Белоруссии (г. Минск, г. Гомель), Армении (г. Ереван, г. Гюмри), Украины (г.г. Киев, Одесса, Ивано-Франковск, Днепрпетровск, Донецк и др.), Киргизии (г. Бишкек), Молдовы (г. Кишинев). Из томских вузов и НИИ наиболее активно участвовали студенты и молодые ученые Томского политехнического университета, Томского государственного университета, Института геологии нефти и газа СО РАН и др.

Доклады были представлены молодыми учеными и студентами из Института геологии рудных месторождений, петрографии, минералогии и геохимии РАН (г. Москва), Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова, Российского государственного университета нефти и газа им. И.М. Губкина (г. Москва), Российского государственного геологоразведочного университета им. С. Орджоникидзе (г. Москва), Российского университета Дружбы Народов (г. Москва), Московского государственного университета природообустройства, Всероссийского научно-исследовательского института природных газов и газовых технологий (г. Москва), Всероссийского научно-исследовательского института экономики, минерального сырья и недропользования Министерства природных ресурсов РФ и РАН (г. Москва), Нефтяной компании «Шлюмберже Лоджелко ИпК» (г. Москва), Московского государственного университета путей сообщения, Государственного университета г. Нью-Йорка (Фредонин, США), Университета Святой Марии г. Лондона (Великобритания), Университета г. Шеффилда (Великобритания), Технического университета г. Дрездена (Германия), Дормудского технического университета (Германия), НИПИ Морорнефтегаз СП «Вьетсовпетр», г. Вунг (Вьетнам), Чешского технического университета (г. Прага, Чехия), Университета г. Манхайм (Германия), Санкт-Петербургского государственного горного университета им. Г.В. Плеханова, Института геохимии и аналитической химии РАН им. В.И. Вернадского (г. Москва), Института экспериментальной минералогии РАН (г. Москва), Казанского государственного университета им. В.И. Ульянова-Ленина, Института вулканологии ДВО РАН (г. Петропавловск-Камчатский), Китайского геологического университета (г. Ухань, Китай), Государственного аграрного университета Молдовы (г. Кишинев, Молдова), Института Земной коры СО РАН (г. Иркутск), Института геотехнической механики Национальной Академии Наук Украины (г. Киев), Геологического института Национальной Академии наук Азербайджана (г. Баку), Института геофизики и инженерной сейсмологии Национальной Академии наук Армении (г. Гюмри, Армения), Сибирского НИИ геологии, геофизики и минерального сырья (г. Новосибирск), Института географии СО РАН (г. Иркутск), Новосибирского государственного университета, Института морской геологии и геофизики ДВО РАН (г. Южно-Сахалинск), Научно-исследовательского института геологии Днепрпетровского национального университета им. Олеся Гончара (г. Днепрпетровск, Украина), Тихоокеанского океанологического института им. В. И. Ильичева ДВО РАН (г. Владивосток), Красноярского научно-исследовательского института геологии и минерального сырья, Кыргызского головного института инженерных изысканий (г. Бишкек, Кыргызстан), Таджикского государственного университета (г. Душанбе), ЯНИГП Центрального научно-исследовательского геологоразведочного института (г. Мирный, Якутия), Института геологических наук им. К.И. Сатпаева (г. Алматы, Казахстан), Института геологии, минералогии и петрографии СО РАН (г. Новосибирск), Геологического института СО РАН (г. Улан-Удэ, Коми), Казахского национального технического университета (г. Алмата, Казахстан), Самарского государственного технического университета, Института геологии алмаза и благородных металлов СО РАН (г. Якутск, Якутия), Киевского национального университета им. Тараса Шевченко (Украина), Немецкого института философии и политологии (г. Дортмуд, Германия), Якутского государственного университета им. М.К. Аммосова, Белорусского научно-исследовательского геологоразведочного института (г. Минск, Беларусь), Бурятского государственного университета (г. Улан-Удэ), Донецкого Национального технического университета (г. Донецк, Украина), Научно-исследовательского центра ZAD «Foldgas Storage» (г. Будапешт, Венгрия), University of Central Florida (USA), Южно-Российского государственного технического университета (г. Новочеркасск), Института геологии и геохимии им. академика А.Н. Заварицкого УРО РАН (г. Екатеринбург), Амурского комплексного научно-исследовательский института ДВО РАН (г. Благовещенск), Восточно-Казахстанского технического университета им. М.Д. Серикбаева (г. Усть-Каменогорск, Казахстан), Красноярской государственной академии цветных металлов и золота, Национального университета Узбекистана им. Мирзо Улугбека (г. Ташкент), Карагандинского государственного технического университета (г. Караганда, Казахстан), Института геологии и геофизики Национальной академии наук Узбекистана им. Х.М. Абдулаева (г. Ташкент, Узбекистан), Уральского государственного горно-геологического университета (г. Екатеринбург), Института геологии нефти и газа СО РАН (г. Новосибирск), Института проблем нефти и газа СО РАН (г. Якутск), Института телекоммуникаций и глобального информационного пространства национальной Академии наук Украины (г. Киев), Гомельского государственного университета им. Франциска Скорины (г. Гомель, Беларусь), Таджикского национального университета (г. Душанбе, Таджикистан), Института морской геологии и геофизики ДВО РАН (г. Южно-Сахалинск), Фрайбергской горной академия (г. Фрайберг, Германия), Белорусского научно-исследовательского геологоразведочного института (г. Минск, Беларусь), Кубанского государственного университета (г. Краснодар), Нефтеюганского нефтегазового института (г. Нефтеюганск), Института геофизики и инженерной сейсмологии Национальной Академии наук республики Армения (г. Ереван, Армения), Дальневосточного отделения РАН (г. Магадан), Семипалатинского государственного университета им. Шакаримова (г. Семипалатинск, Казахстан), Института водных и

экологических проблем СО РАН (г. Барнаул), Дальневосточного геологического института ДВО РАН (г. Владивосток), Института геофизики СО РАН (г. Новосибирск), Павлодарского государственного педагогического университета (г. Павлодар, Казахстан), Северо-Кавказского государственного технологического университета (г. Владикавказ), Белгородского инженерно-экономического института, Самаркандского государственного университета (г. Самарканд, Узбекистан), Ecole Nationale Supérieure des Techniques Avancées (Paris Tech, Франция), Белорусский НИИ и проектный институт нефти БелНИПИнефть (г. Гомель, Беларусь), Одесского национального университета им. И.И. Мечникова (Украина), Дальневосточного государственного технического университета (г. Владивосток), Пермского государственного университета им. А. М. Горького, Института органической и физической химии им. А.Е. Арбузова, Казанского научного центра РАН (г. Казань), Казанского государственного технологического университета им. Г.В. Плеханова, Института геологии и Академии наук Республики Таджикистан (г. Душанбе), Научно-производственное республиканское предприятие «Белгео» (г. Минск, Беларусь), Сахалинского государственного университета (г. Южносахалинск), Красноярского научно-исследовательского института геологии и минерального сырья (г. Красноярск), Ивано-Франковского национального института нефти и газа (Украина), Институт водных проблем Национальной академии наук Узбекистана (г. Ташкент, Узбекистан), Научно-исследовательского института по повышению нефтеотдачи пластов Академии наук Башкортостан (г. Уфа), Сибирского Федерального университета (г. Красноярск), Горно-геологического института Якутского государственного университета (г. Якутск), Белорусского государственного университета (г. Минск), Семипалатинского государственного педагогического института (г. Семей, Казахстан), Астраханского научно-исследовательского и проектного института нефти и газа, Башкирского государственного университета (г. Уфа), Ухтинского государственного технического университета (Республика Коми), ТОО «Корпорация Казахмыс» (г. Жезказган, Казахстан), Уфимского государственного нефтяного технического университета (г. Уфа), Сибирского научно-аналитического центра СО РАН (г. Тюмень), Югорского государственного университета (г. Ханты-Мансийск), Тюменского государственного нефтегазового технического университета, Центрального научно-исследовательского института нерудного сырья (г. Казань), Тульского государственного университета, Физико-технического института Якутского государственного университета (г. Нерюнгри), Амурского государственного университета (г. Благовещенск) Института телекоммуникаций и глобального информационного пространства национальной Академии наук Украины (г. Киев), Института экологических проблем гидросферы УрО РАН (г. Оренбург), Института геохимии СО РАН (г. Иркутск), Института геологии и геохимии УрО РАН (г. Тюмень), Южного научного центра РАН (г. Ростов на Дону), Института Физико-технических проблем Севера СО РАН (г. Якутск), Института геологии природопользования ДО РАН (г. Благовещенск), Института нефтегазовой геологии и геофизики СО РАН (г. Новосибирск), Института горного дела СО РАН (г. Новосибирск), Воронежского государственного университета, Томского политехнического университета, Томского государственного университета, Омского государственного университета им. Ф.М. Достоевского, Волгоградского государственного технического университета, Хакасского государственного университета им. Н.Ф. Катанова (г. Абакан), Северо-Восточного Федерального университета (г. Якутск), Института горного дела ДВО РАН (г. Хабаровск) Белгородского государственного технологического университета (г. Белгород), Института геологии и минералогии им. В.С. Соболева СО РАН, (г. Новосибирск), Читинского государственного университета, Института геохимии им. А.П. Виноградова СО РАН (г. Иркутск), Удмуртского государственного университета (г. Ижевск) Кузбасского государственного технического университета (г. Кемерово), Тверского государственного технического университета (г. Тверь), Байкальского института природопользования СО РАН (г. Улан-Удэ) и др.

Работа симпозиума шла в течение четырех дней одновременно по 21 секции и «круглому столу». Уникальность этого симпозиума состоит в том, что он проходил по всем фундаментальным научным направлениям геологического профиля, по методам поисков и разведки всех полезных ископаемых, технологии и техники разведки полезных ископаемых, разработки и добычи, в том числе углеводородного сырья, а также по экологическим проблемам и комплексному использованию минерального сырья, по землеустройству, природоресурсному праву и экономике минерального сырья. Участвовали в симпозиуме лучшие студенты и молодые научные кадры России и стран СНГ, а также представители Дальнего зарубежья. На симпозиуме в докладах освещались достижения научных исследований авторов с использованием новейших методов исследований и оригинальных методов интерпретаций; результаты конструкторских разработок и экспериментальных исследований; достижения с использованием новых компьютерных технологий в геологии, нефтегазодобычи и геоэкологии; аналитические обзоры теоретических и экспериментальных исследований по различным геологическим проблемам и охране окружающей среды.

Тематика докладов охватывает важнейшие проблемы и новейшие достижения стратиграфии, палеонтологии, тектоники, исторической и региональной геологии, минералогии, геохимии, петрографии, литологии, полезных ископаемых, металлогении, гидрогеологии и инженерной геологии, геофизики, нефтяной геологии, разработки нефтяных и газовых месторождений и переработки углеводородного и минерального сырья, геоинформационных систем в геологии, нефтегазопромыслового оборудования, технике и технологии разведки месторождений твердых полезных ископаемых, добычи, транспорта и хранения нефти и газа, бурения скважин, горного дела, геоэкологии, гидрогеоэкологии, охраны и инженерной защиты окружающей среды, комплексного использования минерального сырья, землеустройства, горного и природоресурсного права, а также проблемы экономики минерально-сырьевых комплексов России и стран СНГ. Для участников, делавших доклады на английском и немецком языках, работала специальная секция.

XVI Международный симпозиум традиционно открыл проректор по научной работе и инновациям профессор ТПУ В.А. Власов и проректор-директор Института природных ресурсов Национального исследовательского Томского политехнического университета А.Ю. Дмитриев. Перед участниками симпозиума на открытии каждой секции выступили ведущие ученые, профессора, которые осветили проблемы и перспективы развития науки в XXI веке по каждому из 21-го научных направлений секций. Доклады ученых опубликованы в данном сборнике.

Научный уровень докладов очень высок, некоторые из них отличаются новизной и оригинальностью идей, а ряд исследований представляет собой принципиально новые открытия. Доложенные результаты лучших научных работ молодых ученых чрезвычайно актуальны, отражают исследования как в области фундаментальных наук, так и экспериментальных исследований и имеют и важное прикладное значение, и при дальнейшей научной разработке многие из них могут быть представлены в виде диссертаций на соискание ученых степеней, конструкторских разработок. Многие доклады являются частью хозяйственных НИР, госбюджетных НИР, выполняемых по грантам, научным программам Российского, регионального и областного уровней, результаты многих научных работ могут быть использованы на производстве. Результаты исследований по ряду представленных докладов имеют патенты и лицензии.

Авторы научных работ на XVI Международном симпозиуме студентов и молодых ученых «Проблемы геологии и освоения недр» – 2012 продемонстрировали владение самыми современными методами научных исследований.

В частности, при исследовании в области геофизических методов поисков и разведки месторождений полезных ископаемых использовались современные геоинформационные технологии с широким применением персональной компьютерной техники, а также новейшая компьютеризированная геофизическая аппаратура, в том числе непосредственно разработанная участниками симпозиума. На секции были предложены разработки программных комплексов для интерпретации спутниковых геофизических данных, а также возможности применения морской гравиметрии при изучении шельфовой зоны, научные разработки по совершенствованию методики геофизических исследований и интерпретации геофизических данных при поисках и разведки рудных и нефтегазовых месторождений. В ряде работ молодых ученых были использованы также новейшие математические методы (МКЭ) для моделирования электромагнитных полей в обсаженных скважинах и т.п. Интерес представляет доклад Е. А. Евдокимовой, младшего научного сотрудника ОАО «ТомскНИПИнефть»: «Определение коэффициента водонасыщенности в низкоомных коллекторах нефтяных месторождений Томской области». В докладе представлены новые результаты исследования причин возникновения ошибок при интерпретации геофизических данных в силу появления в разрезе низкоомных коллекторов. Автором предложена методика, способная устранять подобного рода ошибки интерпретации. Кроме того, представлены материалы апробации данной методики на одном из месторождений Томской области. Интересен также доклад студента Института природных ресурсов ТПУ Ф. А. Буркова: «Геофизические особенности баженовской свиты как показатель нефтеносности разреза». В докладе представлены новые данные о физических свойствах баженовской свиты. Установлена взаимосвязь этих свойств с нефтеносностью разреза не только юрских, но и меловых отложений Западной Сибири. Научный и практический интерес представляет и доклад аспиранта Геологического института СО РАН (Г. Улан-Удэ) И. Г. Татькова «Использование новых подходов к интерпретации площадных поисковых электроразведочных работ методом срединного градиента на примере Келяно-Ирокиндийской золоторудной зоны». Интерес вызвал доклад аспиранта О. В. Пеньковой (Сахалинский государственный университет, г. Южно-Сахалинск): Анализ сейсмичности острова Парамушир (Курильские острова) и выявление связи сейсмической активности с извержениями вулканов «Чикирачки» и «Эбеко». Теоретический и практический интерес представляют и многие другие доклады.

При минералогических, петрографических, литологических и металлогенических исследованиях использовались такие новейшие методы, как атомная абсорбция, нейтронная активация, эмиссионный спектральный анализ, микрондовый анализ на микроанализаторе, исследования на импульсном оптическом спектрометре, получение ИК-спектров поглощения стекол в коротковолновой области, рентгеноструктурные исследования типохимизма минералов, атомно-эмиссионная спектрометрия с индуктивно-связанной плазмой, инструментальный нейронно-активационный анализ, метод лазерного микроанализа, моделирование минералообразования по методикам М.Б. Букаты, изотропно-геохимические исследования, изучения обогатимости кварцитов посредством аэромеханической очистки с ультразвуковым воздействием, исследования на основе лазерной томографии, электронный, кристаллооптический, фотолуминесцентный анализы, метод осколочной f-радиографии, оригинальные методики расчета количества керогена типа-II по результатам ядерно-геохимической аналитики пород, методики выявления зон флюидомиграции с использованием литогеохимических и петрографических анализов пород, с использованием ГИС-технологий, методов физико-химического моделирования с использованием программного продукта «HydroGeo», сканирующие электронные микроскопы, микроанализаторы, методы изучения кристаллохимии минералов и хромофоров элементов в минералах с помощью метода адсорбционной оптической спектроскопии, ИК-спектроскопии, рентгенофлуоресцентный анализ, методы изучения минерального состава отдельных отходов с целью прогноза возможности их использования в целях переработки на извлечение минералов платиновой группы, метод криометрии для изучения солевого состава растворов газовой-жидкой включений, Ag-метод для определения абсолютного возраста отложений и метод электронного парамагнитного резонанса для оценки структурной упорядоченности минералов микротермометрический метод с использованием микробиотермостика THMSG-600 (Linkam) для исследований флюидных включений, метод натяжного сплайна в программном пакете ArcGis, геомикробиологические методы с дистанционными, структурно-геоморфологическими, структурно-

гидрогеологическими методами, показана возможность использования инфракрасных спектров топаза для прогнозных целей и др. При геохимических исследованиях широко применялись уникальные возможности исследовательского ядерного реактора Томского политехнического университета. В представленных докладах отражены новые методики оценки экологического состояния территорий и отражена возможность применения биогеохимии для оценки уровня техногенного загрязнения. Представлены новые данные по содержанию и закономерностям распределения химических элементов в базальтоидах, по которым была расшифрована геохимическая специализация и обстановки формирования пород, что позволяет применять эти данные при прогнозировании и поисках месторождений полезных ископаемых. В другой части докладов приведены технологии компьютерного моделирования месторождений урана и рудных тел. Впервые была предложена методика разделения существенно радиевых и существенно урановых ореолов внутри одного рудного тела. Все вышеизложенное позволяет грамотно разрабатывать рекомендации по постановке поисково-прогнозных работ и рационально использовать природные ресурсы. Достоверность всех полученных результатов подтверждается значимым количеством проанализированных проб с применением современных методов анализа. В представленных докладах отражены разработанные самими авторами (например, доклад Николаева А.Г. из Казанского Федерального университета относительно имплантации алмаза ионами гелия) новые методики и подходы в изучении вещественного состава пород и минералов, что открывает границы для решения актуальных современных задач. На конференции читались доклады с перспективными идеями по способам извлечения и вторичной переработки золота, серебра и элементов платиновой группы из шлаков аффинажного производства (Силкин В.А., Сибирский Федеральный университет). Большинство докладов сделано на высоком профессиональном уровне с применением прецизионных методов исследования вещества.

Большой интерес вызвал доклад А.Г. Николаева, ассистента Казанского Федерального университета: «Имплантации ионов гелия в кристаллическую структуру природного алмаза» (научный руководитель О.Н. Лопатин, д.г.-м.н.). В докладе представлены новые данные об имплантации алмазов ионами легкого инертного химического элемента (гелия). Прделанная работа показала, что методика высокодозной ионной имплантации является эффективным способом изменения колориметрических и квантово-оптических свойств (окраски) минералов, алмазов в частности, и представляет собой экспрессный способ геммологического облагораживания драгоценного минерального сырья. Интересен также доклад студента Е.Д. Лебедевой (Сибирский Федеральный университет, г. Красноярск): «Минералогия золотоносных метасоматитов месторождения Раздольного (Восточный Саян)». В докладе приведен детальный минералого-петрографический анализ метасоматитов и их рудной минерализации месторождения «Раздольного» с применением высокоразрешающих микроскопов ZEISS Axiocor 40-A Pol с компьютерной программой AxioVision 4.7. Инженер Института геологии и минералогии им. В.С. Соболева СО РАН (г. Новосибирск) М.А. Рябуха в докладе: «Условия формирования золотоносных и незолотоносных кварцевых жил участка Михайловского (месторождение «Панимба». Енисейский край)». Представлены интересные результаты исследования Р-Т условий формирования кварца с различным содержанием золота на Михайловском рудопроявлении. Автором выявлены различные значения диапазонов давления на температуры флюидных включений в золотоносных и незолотоносных кварцевых жилах. Интересен доклад студента Галмэнэ Оюунболор Цагаан Туг Института природных ресурсов Национального исследовательского Томского политехнического университета: «Урановые месторождения Монголии». В нем дан подробный обзор урановых месторождений Монголии, а также рассмотрены нетрадиционные способы добычи урана из минерализованных озер и золошлаков ТЭС, обоснована перспективность региона на водородное урановое оруденение.

Научную новизну и немалый интерес несут и многие другие доклады на 2 и 3 секциях по данному направлению.

При гидрогеологических и инженерно-геологических исследованиях были применены методы и методики гидродинамического и гидрогеохимического моделирования, основанные на использовании компьютерных технологий, а также современные методы изучения ВРОВ (хромато-масс-спектрометрия) и исследования вод, применено более совершенное оборудование для исследований геологической среды (применение MP3-плеера в качестве устройства регистрации и хранения необходимой информации), использован квалитметрический метод при оценке климато-курортологического потенциала и факторов инженерно-геологических исследований, проведено моделирование уплотнения грунтов в основании сооружения с использованием новейших программных продуктов, изучены вопросы экспериментальной микробиологии, использованы новейшие программные продукты для решения задач моделирования (Abagus, Plaxis, комплекс геофизических программ для решения вопросов гидрогеологии), квалитметрический метод и его применение для оценки факторов инженерно-геологических условий, ротационная динамика как природный фактор формирования гидродинамического режима почвенного водоносного горизонта и др. Научную и практическую значимость, в частности, представляет доклад Е.С. Сидкиной, аспиранта Национального исследовательского Томского политехнического университета: «Равновесие рассолов западной части Тунгусского артезианского бассейна с карбонатными минералами». В докладе охарактеризованы подземные крепкие рассолы в пределах Тунгусского бассейна, рассмотрено равновесие рассолов с карбонатными минералами – кальцитом, магнезитом, доломитом, сидеритом. Наблюдаемая недонасыщенность рассолов объясняется высоким комплексообразованием. Для выяснения характера равновесия воды использован индекс неравновесности. Выяснено, что все рассолы с рН более 5,3 насыщены к кальциту и доломиту. Интересен также доклад С.К. Леушиной, магистранта Института природных ресурсов ТПУ: «Распространенность редкоземельных элементов в природных водах Хакасии». В докладе рассмотрена распространенность редкоземельных элементов в природных водах Ширинского района Хакасии. Впервые установлены уровни накопления редкоземельных

элементов в озерах, реках, подземных водах. Рассмотрены процессы перераспределения и дифференциации редкоземельных элементов в процессе взаимодействия их в системе вода-порода. Установлены уровни концентрации редкоземельных элементов в разных геохимических типах вод. Интересен и доклад студента А.С. Янковича (Институт природных ресурсов ТПУ): «Распространенность урана в озерах Хакасии». Автором рассмотрены результаты гидрогеохимических исследований на территории Хакасии, впервые составлена база геоданных, изучена распространенность урана в 400 водопунктах, показана зависимость концентраций урана от кислотно-щелочных свойств вод и их солености, выявлены участки аномального накопления урана в озерах, предложены источники его поступления с подземными водами в условиях испарительного концентрирования. Интерес представляет доклад студента Забайкальского университета (г. Чита) И. Г. Трухина «Гидрогеологические условия угольных месторождений Забайкалья», носящие как теоретическое, так и практическое значение. Дело в том, что в настоящее время ведущим способом разработки угольных месторождений Забайкалья является открытый способ, так как на многих месторождениях угольные пласты характеризуются неглубоким залеганием. И хотя существующий опыт показывает, что разработка угольных месторождений открытым способом является экономически целесообразной, тем не менее, гидрогеологические условия действующих в настоящее время разрезов являются сложными, что приводит к значительному удорожанию горных работ. Доля затрат в себестоимости угля на осушение карьеров при разработке угольных месторождений Забайкалья достигает 20%. Для разрезов, разрабатывающих месторождения, в обводнении которых принимают участие воды продуктивной толщи, четвертичных отложений и вод поверхностного водотока, характерны максимальные водопритокки. На месторождениях, основным источником обводнения которых являются воды продуктивной толщи, ожидаемые притоки к разрезам, являются более низкими. Для систематизации материалов гидрогеологических исследований и правильной их оценки необходима гидрогеологическая типизация угольных месторождений. Положив в основу оценки степени обводненности месторождения максимальный суммарный водоприток в карьер, автор разделяет все угольные месторождения Забайкалья на 4 группы: весьма обводненные (более 1000 м³/час), обводненные (от 300 до 1000 м³/час), умеренно обводненные (от 100 до 300 м³/час), слабо обводненные (до 100 м³/час). Автором также разработана классификация бурогольных месторождений по характеру и источникам водопритоков, учитывающая выявленные особенности и отличительные признаки их происхождения. Основной целью данной работы является разработка универсальной классификации бурогольных месторождений Забайкалья по гидрогеологическим условиям и внедрение ее в процессе разработки систем водопонижения. Интересен также доклад студента Института природных ресурсов ТПУ С. Р. Дзязько: «Гидрогеохимические условия степной зоны Республики Хакасия». Студентом рассмотрены результаты многолетних исследований состава вод в процессе мониторинга и эксплуатации водоносных горизонтов. Автором составлена база данных гидрогеохимической информации по 250 скважинам разных водоносных горизонтов и 460 водопунктам природных вод, исследованы особенности химического состава подземных вод и закономерности их изменения с ростом минерализации вод, изучено состояние равновесия их с породообразующими минералами, применен новый подход к классифицированию вод по их геохимическим типам и на новой методологической основе составлена карта геохимических типов вод Хакасии. Интересны и другие доклады по данному направлению.

При исследованиях в области геологии и разведки нефтяных и газовых месторождений широко использовались методы компьютерного моделирования геологического строения и процессов разработки нефтяных месторождений с помощью программ Eclipse Шлюмберге и других современных программных материалов (для построения трехмерной модели месторождений, для оценки запасов нефти, для установления положения водонефтяного контакта, для статистического анализа данных и т.д.), в том числе новейшее программное обеспечение CENEX, W-Seis, GeoSeism, SURFER и GridMaster, позволяющие реконструировать тектоническое строение малоизученных территорий, также использовались космоснимки при прогнозировании ловушек нефти структурного типа. При изучении химического состава нефти и органического вещества нефтематеринских пород использованы хроматография и хромато-масс-спектрометрия, атомно-адсорбционный анализ, газовая хроматография, рентгеноструктурный анализ, электронная микроскопия, люминесцентная микроскопия и др. В исследованиях молодых ученых и студентов широко используются информационные технологии и статистические модели поведения коллекторов нефтяных и газовых месторождений, термобарический и геохимический методы реконструкции палеогидрогеохимических условий развития осадочных отложений, методы - термостимулированной люминесценции грунтов при поисках месторождений нефти и газа, компьютерное моделирование залежей углеводородов с использованием трехмерных моделей, зарубежные и отечественные программные комплексы по моделированию истории формирования современных структур и прогноза нефтегазоносности месторождений углеводородов. В представленных молодыми учеными и студентами докладах рассмотрены вопросы геологического строения и нефтегазоносности Западно-Сибирской, Днепрово-Принятской, Прикаспийской, Волго-Уральской, акватории северных морей и других нефтегазоносных провинций. Авторами проведена оценка перспектив нефтегазоносности новых территорий – востока Томской области, акваторий северных морей, в том числе Арктического шельфа (Баренцева моря, Карского моря и моря Лаптевых) и глубокопогруженных горизонтов Западной Сибири. В данном направлении интерес представляет доклад А.А. Зуфаровича, аспиранта Казанского Федерального университета: «Выделение продуктивных структур Шешминского горизонта с целью воспроизводства сырьевой базы сверхвязкой нефти в Республике Татарстан» (научный руководитель Муслимов Р. Х., д.г.-м.н., профессор, член РАЕН). В докладе показано, что в последнее время все более актуальной становится проблема вовлечения в промышленную разработку тяжелого углеводородного сырья (ТУВС) пермской системы, которое по мере истощения обычной нефти может стать одним из основных источников получения углеводородов. Предложена последовательность и характер работ по

выделению новых перспективных структур Шешминского горизонта и оценке ресурсов СВН категории С₃. Интерес вызвал также доклад студентки Института природных ресурсов ТПУ Н.А. Шипицыной: «Анализ фильтрационно-емкостных свойств и обоснование рекомендаций по увеличению нефтеотдачи залежи нефти пласта АВ₈ на Покачевском месторождении (Тюменская область)». В докладе изложены особенности геологического строения пласта АВ₈ на Покачевском месторождении. Автором показано, что пласт практически не исследовался, но является, наряду с другими пластами, перспективным на обнаружение углеводородного сырья. Обоснованы рекомендации по доизучению месторождения по этому объекту и рекомендации по увеличению нефтеотдачи месторождения. Несомненный интерес представляет доклад студента О.А. Мелкишева (Пермский национальный исследовательский политехнический университет): «Применение математических методов для стохастической оценки прогнозных ресурсов на поисково-оценочном этапе геологоразведочных работ». Интересны и многие другие доклады.

По научному направлению региональной геологии, палеонтологии и стратиграфии авторами продемонстрированы новейшие компьютерные технологии и, в частности, ГИС-технологии, в том числе новейшие программы, позволяющие обрабатывать аэрофото- и космоснимки с последующим прогнозом. При исследованиях использованы кластерный метод, палеонтологические, математические, а также классические методы исследований, методы электронно-парамагнитного резонанса (ЭПР), нейтронно-активационный анализ, метод люминесцентной микроскопии для изучения органического вещества, анализ аэрофотоснимков и космоснимков. В палеонтологических исследованиях было показано применение универсального принципа симметрии Пьера-Кюри для характеристики форм и условий обитания отряда фузулинид и т.д. В работах использованы новейшие методы исследования веществ пород на современной инструментальной базе СО РАН и Мюнстерского университета, определения абсолютного возраста пород, палеонтологических реконструкций при прогнозировании месторождений и т.д. В частности, интерес представляет одна из лучших работ – работа Н.С. Ли, старшего инженера Тихоокеанического института им. В.И. Ильичева (г. Владивосток): «Разломная тектоника и сейсмоактивные зоны Япономорского звена Западно-Тихоокеанской зоны перехода континент-океан». Интересна в геологическом плане работа студентки М.М. Кирилловой (Института природных ресурсов ТПУ): «Фациальные особенности и секвенс-стратиграфическое расчленение юрских отложений Усть-Тымской впадины Западной Сибири». В докладе представлена новая последовательность секвенс-стратиграфического расчленения для изученного региона. Интерес представляет также доклад студентки Института природных ресурсов ТПУ И.А. Дорофеевой: «Фаунистическое обоснование возраста Быскарской серии окрестностей пос. Ширы (Хакасия)». Автору и его руководителям доценту Б.Д. Васильеву и доценту Н.В. Гумеровой удалось по найденной ими впервые и описанной морской фауне ругоз определить стратиграфическое положение Быскарской серии на границе силурийской и девонской систем, Быскарской серии, слагающей обрамления Минусинского межгорного прогиба и отвечающей начальному этапу его формирования. Интересны и многие другие доклады.

В секции «Геоинформационные системы в геологии» представлены доклады, актуально ориентированные на решение прикладных вопросов и проблем в геологии. Авторы продемонстрировали оригинальность научных идей, нестандартный подход к решению поставленных задач с использованием современных геоинформационных технологий, современные методы обработки геологических и геофизических данных, разномасштабных мультиспектральных космических снимков с применением современных специализированных программ: ArcGIS, Erdas Imagine, MacroMine, Roxar, Easy Trace, и др. Один из наиболее интересных докладов был доклад студента Сибирского федерального университета (г. Красноярск) А.Х. Петрова: «Детальное картирование промышленных типов руд кимберлитовой трубки «Юбилейная» с использованием ГГИС». В докладе представлены результаты детального картирования промышленных типов и сортов руд кимберлитовой трубки «Юбилейная» на основе создания карскасной и блочной моделей в интегрированной горно-геологической системе «MacroMine» в подкарьерном пространстве. Выявленные закономерности распределения полезного компонента позволяют максимально оптимизировать предстоящую разработку трубки взрыва. Интересен также доклад А. С. Шерешева, инженера Сибирского федерального университета (г. Красноярск): «ГГИС-технологии в исследовании горных работ и процессов». В докладе приводится оригинальная технология моделирования процессов разработки месторождений полезных ископаемых методом обрушения и методика моделирования отработки руды с использованием возможностей сред проектирования и конструирования горных задач ACAD и ГГИС (MicroMine). Интерес представляет доклад магистранта Института природных ресурсов ТПУ М. А. Рудмина: «Применение геологической геоинформационной системы для сбора, хранения, обработки данных на месторождении, отработываемом методом скважинного подземного выщелачивания». Интересны и многие другие доклады на данной секции.

В секции «Землеустройство. Наука и практика» доклады выполнены студентами и молодыми учеными на высоком современном уровне. Актуальность их состоит в решении научных и практических проблем в области землеустройства, геодезии, картографии, геоэкологии, рационального использования и охраны земельных ресурсов. Представленные доклады имеют несомненную научную новизну. Они отражают результаты оценки состояния земельных ресурсов на основе изучения природных сред и предложены рекомендации по природоохранным мероприятиям. Значительная часть докладов посвящена проведению землеустроительных работ в пределах урбанизированных территорий, в районах добычи полезных ископаемых, при создании особых экономических зон развития туризма. Часть докладов посвящена становлению земельно-имущественных отношений и их значению при ведении землеустроительных работ. Достоверность полученных результатов основана на использовании информации, представленной государственными структурами и на применении современных методов анализа. В 2012 г. работу секции открыл пленарный доклад профессора Государственного

университета Нью-Йорк (Фридония) Энн К. Дикин, который позволил оценить научный уровень и характер задач, решаемых землеустроителями США., познакомиться с тематикой научных исследований в США в этом направлении. Пленарный доклад профессора Института природных ресурсов ТПУ О.А. Пасько охарактеризовал историю и перспективы развития землеустройства. Практически все доклады вызвали активное обсуждение. Выступающим задавали не менее десятка вопросов и предложений, что позволяло с разных сторон обсудить проблему и увидеть перспективы исследований. Один из наиболее интересных докладов по данному направлению является доклад студентов Института природных ресурсов ТПУ В.П. Шереметьевой, Т.В. Летягиной «Землеустройство загрязненных земель на примере полигона твердых бытовых отходов в с. Ново-Михайловка», в котором на основе изучения химического состава почв рассматривается воздействие полигона ТБО на окружающую среду, определяется уровень их техногенного загрязнения и предлагается адекватный рациональный комплекс землеустроительных работ (рекультивация). Несомненный интерес представляет доклад студентов Института природных ресурсов ТПУ Л. В. Бабинович и Д.Д. Федотовой «Проблемы формирования кадастра особо охраняемых природных объектов в РФ». Интересен доклад студента Пермской сельскохозяйственной академии А.Ф. Орлова: «Применение геоинформационных систем при актуализации кадастровой оценки населенных пунктов в Пермском крае». Интересны и многие другие доклады.

В области проблем разработки нефтяных и газовых месторождений использованы методы повышения эффективности работ. В частности, использованы новейшие современные информационные технологии, вычислительные алгоритмы, математические модели и программные средства для трехмерного гидродинамического моделирования разработки нефтяных месторождений ECLIPSE 100, GeoQuest, Petrel, Temp Test, MS Office, Pipl-Sim; математические модели для описания процесса теплообмена в скважине между трехфазным флюидом и погружным оборудованием. Авторами применен новый метод обезвоживания нефти, основанный на использовании электрического поля в технологических установках подготовки нефти, а также оригинальный способ решения проблем замерзания перепускных клапанов при механизированных способах эксплуатации нефтяных скважин. Использован оригинальный способ и технические устройства высокообводных скважин, оригинальный метод фотонной корреляционной спектроскопии в исследовании дисперсных систем, применен вибрационный метод для измерения свойств нефтяных систем в области водонефтяного контакта, метод спектрометрического импульсного нейтронного гамма-каротажа, волоконно-оптического геотехнического мониторинга и др. Молодыми учеными использованы современные методы математического моделирования процессов движения жидкости и газа в пласте, проведено решение теоретических задач по оптимизации процессов фильтрации и повышению точности гидродинамических исследований скважин, также использованы современные информационные технологии, вычислительные алгоритмы, математические модели и программные средства для трехмерного гидродинамического моделирования разработки нефтяных месторождений (Eclipse 100t, GeoQuest, Petrel, Tempes). Кроме того, участниками симпозиума предложена механистическая модель лифта скважины при моделировании совместной разработки газовой шапки и оторочки высоковязкой нефти; оригинальная методика определения стратегии разработки нефтяных месторождений Западной Сибири интегрированная с анализом рисков и неопределенностей; оригинальные экспериментальные исследования процессов вытеснения нефти различными композициями из реальных образцов керна. В работах использовано математическое и физическое моделирование процессов нефтеизвлечения, проведены натурные эксперименты и испытания новых устройств и технологий на действующих месторождениях. Молодыми учеными предложены разработки новых оригинальных программ для решения конкретных задач по интенсификации добычи углеводородов и производительности скважин на нефтяных месторождениях на поздних стадиях разработки и при наличии осложнений вызванных асфальтосмолопарафиновыми отложениями. В частности, рассмотрено осложняющее добычу нефти тепловое взаимодействие скважинной продукции и узлов установки электроцентробежного насоса, приводящее к преждевременному выходу из строя погружного оборудования и кабельных линий. Построена физическая и математическая модель вынужденного конвективного теплообмена между трехфазным потоком флюида и погружным электродвигателем при различных свойствах флюида (плотности, вязкости, газонасыщенности, обводненности) и параметрах погружного оборудования (габаритных размеров двигателя, мощности, диаметра эксплуатационной колонны и др.). Актуальность данной проблемы обусловлена часто встречающимся отказом двигателя и кабельных линий по причине недостаточного охлаждения. Кроме того, экспериментальными и теоретическими исследованиями молодых ученых установлено, что образование дисперсных систем (эмульсий) внутри пласта может благоприятно сказываться на подвижности исходной нефти, тем самым, увеличивая ее дебит. Проведены исследования процессов образования и разрушения водонефтяных эмульсий. В качестве объекта исследования выбрана высоковязкая нефть Усинского месторождения. Данная нефть содержит высокий процент смол и асфальтенов (природных эмульгаторов), что позволяет получать устойчивые во времени эмульсии. Молодыми учеными использованы новые методы экспериментальных исследований процессов отложения неорганических солей и подбора ингибиторов для борьбы с этим явлением, а также оригинальные способы и техническое устройство для получения оперативной информации о технологических параметрах нефтедобывающих скважин. Лучшие доклады содержат результаты теоретических и экспериментальных исследований эффективности применения новых методов и технологий: 1) увеличение нефтеотдачи пластов и производительности скважин путем создания радиальных каналов методом глубокой гидроперфорации горных пород в сочетании с кислотным гидроразрывом пластов; 2) проблемы адаптации гидродинамических моделей к реальным характеристикам конкретных залежей и месторождений; 3) новые технологии и технические решения по совершенствованию скважинной добычи нефти (зарезка боковых стволов, управляемое бурение горизонтальных скважин, совместная разработка двух объектов и др.); 4) проблемы повышения успешности и прогнозирования эффективности проведения гидроразрыва пласта; 5) вопросы

конверсии попутных нефтяных газов в высокооктановые бензины на цеолитных нанокompозитных катализаторах; б) влияние ультрафиолетового облучения цеолитных нанокompозитных катализаторов на выход и селективность образования жидких углеводородов. В одном из лучших докладов Горшкова А.М., магистранта ИПР ТПУ отмечается, что в зависимости от состава и внешних условий нефть можно рассматривать как дисперсную систему или молекулярный раствор. Термодинамический анализ фазообразования в дисперсных системах показывает, что изменение размеров ассоциатов под действием различных факторов оказывает влияние на физико-химические свойства дисперсных систем. Таким образом, появляется новая независимая переменная – дисперсность, которая обратно пропорциональна размеру частиц, изменение которой характеризует важнейшие свойства коллоидно-дисперсных систем. Прямые измерения размеров ассоциатов в ультрамикроретерогенных и микроретерогенных системах практически отсутствуют. Использование для этого методов обычной оптической спектроскопии затруднено из-за низкого разрешения приборов. Для разрешения этой проблемы предложено использовать метод спектроскопии оптического смешения – метод фотонной корреляционной спектроскопии. Цель работы – разработка методики определения размеров частиц в модельных дисперсных системах (золь гидрата окиси железа и золь серы) на приборе PhotoCor Complex, с дальнейшим определением размеров ассоциатов асфальтенов в нефти. В представленных докладах отражены разработанные собственно самими авторами новые модели интерпретации данных гидродинамических исследований скважин, новые экспериментальные методики проведения лабораторных исследований фильтрационно-емкостных свойств пород-коллекторов и новые методики расчетов для подбора оборудования для эксплуатации скважин. Все вышеизложенное позволяет выработать рекомендации по созданию оптимальных систем разработки нефтяных и газовых месторождений и мероприятия по предупреждению осложнений при эксплуатации скважин. Одним из интересных докладов является доклад аспирантов Института природных ресурсов ТПУ Е.Н. Иванова и Ю.М. Кононова: «Программный комплекс для выбора методов увеличения нефтеотдачи на месторождениях Западной Сибири». В докладе представлена программа для оперативного анализа геолого-физической информации и аналитического моделирования применения методов увеличения нефтеотдачи на месторождениях Томской области. Среди докладов студентов наиболее интересным является доклад М.А. Кондратенко, В.А. Федорова, магистрантов Тюменского государственного нефтегазового университета: «Алгоритм идентификации гидродинамических параметров нефтяной скважины». В докладе представлена оригинальная модель интерпретации данных гидродинамических исследований скважин, дающая ряд преимуществ по увеличению точности определения забойного и пластового давления и фильтрационно-емкостных параметров пласта. Интересны и многие другие доклады по данному направлению.

В области исследования бурения нефтяных и газовых скважин и технологии и техники разведки МПИ применялся весь арсенал современных методов: тонкие физические измерения (электромагнитная эмиссия, дозированное радиационное облучение), современные математические методы обработки анализов на ЭВМ, выявлена новая возможность применения высокомолекулярного поливинилпирролидона в качестве добавок в тампонажных растворах, имеющих повышенную прочность почти в 2 раза и равные адгезионные свойства, измерение термо-ЭДС в твердосплавном породоразрушающем инструменте, определение микротвердости с использованием современных компьютерных микротвердомеров, тензометрия при определении режимных параметров бурения с выдачей информации на компьютер, а также методика регистрации импульсного релаксационного тока, возбуждаемого на границе горная порода–режущий инструмент и др. Молодые исследователи широко использовали программные средства автоматизированного проектирования различных технических устройств таких, как «Автокад», «Компас», программы расчета прочности изделий методом конечных элементов «Ansys», программы статистического анализа результатов применения новых образцов буровой техники, например «Statistica». В лабораторных исследованиях свойств различных материалов использовались комплексы современного аналитического оборудования, например, комплекс контроля свойств буровых растворов «OFITE». Для контроля процессов электризации породы на контакте с породоразрушающим инструментом при бурении скважин применялся разработанный в ТПУ новый метод записи электрических токов, протекающих через бурильную колонну. Студенты ТПУ спроектировали и создали лабораторную установку с компьютеризированным измерительным комплексом. Студентами кафедры бурения ИПР ТПУ подготовлен и продемонстрирован лабораторный стенд для проверки и отработки нового способа бурения – гидро-мониторно-абразивного с применением гидромониторного долота эжекторного типа. Ими разработаны также уникальные методики и лабораторные установки и стенды, например, установка, позволяющая оценивать влияние различных технологических жидкостей, используемых для бурения и крепления скважин, на проницаемость пласта в условиях, соответствующих условиям залегания продуктивных пластов нефтегазовых скважин и уникальный стенд для гидроабразивного бурения с циркуляцией в призабойной зоне абразивного порошка рэлита. Значительная часть представленных докладов по данному направлению ориентирована на разработку, либо усовершенствование буровых технических средств с использованием оригинальных идей, в большинстве своем не имеющих аналогов в буровой практике. Так, необходимо отметить разработанную студентами компьютерную программу для расчетов в буровой механике. В ряде докладов излагался ход проектирования и изготовления лабораторных установок для научных исследований в области бурения скважин. Некоторые разработки молодых ученых заслуживают патент или свидетельства на полезную модель.

В направлении «Бурение нефтяных и газовых скважин» большой интерес вызвал доклад инженера ОАО «ТомскНИПИнефть» Д.Н. Мезенцева, который является также аспирантом Национального исследовательского Томского политехнического университета. Его доклад посвящен результатам анализа влияния различных жидкостей глушения на проницаемость околоствольной зоны продуктивного пласта. В работе им использована уникальная разработанная автором лабораторная установка, позволяющая моделировать все условия,

характерные для продуктивного пласта – всестороннее давление, высокие температуры и градиенты давлений пластовых жидкостей и газов. Весьма интересный доклад, посвященный креплению нефтегазовых скважин, склонных к заколонным перетокам, с использованием в составе тампонажных портландцементов, расширяющих добавок, представили студенты Самарского государственного технического университета Е. А. Бурмистрова и Е.Г. Курбасова. В докладе освещены проблемы, возникающие при использовании расширяющих добавок разного состава, и пути их решения за счет оптимизации количества и качества добавок. Рассмотрено влияние ускорителей схватывания на качество цементного камня с расширяющими добавками. Доклад, посвященный новой теме – бурению скважин гидроабразивной жидкостью на основе релита с использованием гидромониторного долота эжекционного типа – представили студент Ф.Р. Алиев и аспиранты А.В. Ковалев и А.В. Епихин (Институт природных ресурсов ТПУ). Экспериментальное бурение на уникальной лабораторной установке велось авторами с циркуляцией релита в пределах забоя и всасывающих отверстий струйного эжектора. Получены зависимости механической скорости от геометрии струи и эжектора, а также от массы циркулирующего релита. Уникальная лабораторная установка сконструирована самими авторами. Интересный доклад представили студент Института природных ресурсов ТПУ И. С. Сулейманов и ассистент Института природных ресурсов ТПУ М. Л. Денисов. Ими были изучены различные методы контроля гранулометрического состава твердой фазы технологических жидкостей, используемых в бурении и креплении скважин. Установлена точность и предел применения этих методов. Доклад И.Р. Айсматуллина, студента Филиала Тюменского государственного нефтегазового университета (г. Нефтеюганск) был посвящен проекту нового фильтра для обустройства забоя нефтегазовой скважины со слабощемящим песчаником, в котором он предложил применять в качестве материала фильтра искусственную гранулированную керамику. Выделяется также доклад магистранта Института природных ресурсов ТПУ А. Л. Поломошнова, в котором были изложены результаты теоретического обоснования оптимизации долот PDC, широко применяемые в настоящее время при бурении нефтегазовых скважин.

В направлении «Современные технологии и техника разведки на месторождении полезных ископаемых» интересен доклад Н.Е. Горшенина, аспиранта Института природных ресурсов Томского политехнического университета: «Методика исследований процесса массопереноса при крупнообъемном опробовании месторождений методом скважинной гидродобычи», в котором приведены результаты теоретических и лабораторных исследований, выполненных в лабораторных условиях ТПУ. На основании этих исследований автору удалось разработать основные режимные параметры скважинной гидродобычи полезных ископаемых. Из студенческих научных работ интерес вызывает доклад студента Института природных ресурсов ТПУ Д.С. Романова: «Опробование угольных пластов в ООО Березовский РГП Кузбасс», в которой приведены результаты исследований, выполненных автором, предложены рекомендации по повышению качества опробования углей при геологической разведке. Очень интересен доклад ассистента И.Б. Бондарчука и студентов С.В. Шаца и В.В. Павлова (Институт природных ресурсов ТПУ): «Экспериментальный стенд для исследования процессов гидродинамического разрушения горных пород при скважинной гидродобычи железных руд Бакчарского рудопоявления». Экспериментальный стенд разработан самими авторами, которые уже за свои разработки получили несколько патентов. Интерес вызвал доклад студента Института природных ресурсов ТПУ М.В. Константинова «Подводный буровой комплекс для освоения ресурсов шельфа Арктики», в котором показана схема добычи нефти и газа с использованием подводной атомной буровой установки. Интересны и другие доклады данных научных направлений.

При рассмотрении вопросов по совершенствованию нефтегазопромыслового оборудования участниками симпозиума предложено применение ударно-волновой технологии в малодебитных и рентабельных скважинах; использование новейших информационных технологий для создания поисковой системы нефтегазопромыслового оборудования; применение кислотной обработки коллектора с использованием установки с гибкими трубами, что должно привести к интенсификации и увеличению притока нефти; показана уникальность и эффективность использования торцевых уплотнителей центробежных насосов и т.д.; были продемонстрированы результаты экспериментов по внедрению ударно-импульсной технологии воздействия на продуктивную зону нефтегазового пласта, что вдвое повышает нефтеотдачу; предложена оригинальная методика определения уровня жидкости в межтрубном пространстве нефтедобывающих скважин методами эхометрии; авторами была продемонстрирована модель учета, контроля и анализа надежности подземного оборудования эксплуатационного фонда скважин, оборудованных УЭЦН, которая позволит оперативно управлять технологическим процессом и снизить себестоимость добычи нефти; участниками симпозиума предложена новая технология селективного гидроразрыва продуктивных пластов с применением гибких непрерывных труб и т.д. и т.п. Одним из лучших докладов по данному направлению является доклад студента Пермского национального исследовательского Томского политехнического университета А. В. Сенькина, в котором автором представлены газосепараторы нового поколения с геликоидальным шнеком, позволяющие значительно увеличить срок службы глубинных центробежных насосов для добычи нефти. В работе студентки Самарского государственного технического университета М.Р. Ненашевой приведены результаты акустического воздействия на растворы ПАВ и предложена конструкция скважинного гидромониторного генератора, позволяющего интенсифицировать приток нефти в скважину. Интересен доклад студента Института природных ресурсов ТПУ М.А. Филимоненко, в котором намечены пути замещения отечественными приводами запорных устройств нефтегазопроводов, ведущих к экономическому эффекту. Интересны и многие другие доклады.

По направлению «Современные технологии и техника нефтегазопроводов и нефтегазохранилищ» участники симпозиума в своих сообщениях отражают решения актуальных сегодня задач, стоящих перед ОАО «Центрсибнефтепровод», ОАО «АК «Транснефть». Научные идеи и инженерные методики расчетов

представленных докладов позволяют использовать их в качестве экспресс-методов оценки при проектировании магистральных трубопроводов и насосно-силового оборудования. В своих расчетах, подтверждающих научные идеи, участники симпозиума использовали общие положения теории размерностей, гидравлического подобия и моделирования явлений, методы математической статистики обработки результатов экспериментов, микроструктурный анализ, потенциометрия, метод спектрального разложения Фурье, часть работ является конструкторскими разработками. В ряде работ рассмотрены результаты внутритрубной диагностики магистральных нефтегазопроводов. Изучены признаки особо опасного вида разрушений нефтегазопроводов – коррозионное растрескивание со стороны внешней катоднозащитенной поверхности. Проведен анализ методов обнаружения, диагностики и прогнозирования расслоения стенок труб нефтегазопроводов в процессе их эксплуатации. удалось смоделировать напряженно-деформационное состояние монтажных швов вертикального стального резервуара (РВС) в программном комплексе ANSYS® Workbench Simklation, рассмотрена возможность применения машин Стирлинга для предотвращения потерь легких фракций углеводородов от испарения при хранении нефти и нефтепродуктов в резервуарах. В представленных докладах отражены разработанные авторами методики для оценки состояния объектов магистральных трубопроводов и рекомендации по их применению. В работе Д.С. Рожковой и А.А. Мильке, студентов Института природных ресурсов ТПУ, рассмотрено использование протекторов для защиты трубопроводов от коррозии. В докладах отражены вопросы напряженно-деформированного состояния объектов магистральных трубопроводов, а также причины возникновения коррозионного растрескивания трубопроводов. В докладе студентки Института природных ресурсов ТПУ Я.Ю. Евдокимовой рассмотрены вопросы эффективности применения различных типов утяжелителей для магистральных трубопроводов. В работе студентов Института природных ресурсов ТПУ И.М. Комлевой и С.Э. Очировой предложена методика измерения потенциала труба-земля относительно медно-сульфатного электрода сравнения. Интересен доклад научных сотрудников М.А. Николаева, В.С. Каленского (Всероссийский НИИ природных газов и газовых технологий, г. Москва): «Новый подход к системе предупреждения опасных процессов на объектах, транспорта нефти и газа на основе волоконно-оптической системы геотехнического мониторинга». Интерес представляет работа студента О.И. Ракина и аспиранта Р.Е. Терещенко (Институт природных ресурсов ТПУ): «Эффективность современных методов защиты трубопроводов от гидравлических ударов». Интерес представляет доклад магистранта Института природных ресурсов ТПУ В.В. Зайковского: «Применение магнитных технологий в сфере транспорта и хранения углеводородов». Научное и практическое значение имеют и другие доклады данной секции.

На секции горного дела молодыми учеными предложен оригинальный способ защиты от разрушения гидравлической крепи при воздействии горных ударов. В одной из научных работ дана новая методика расчета устройства, основанного на использовании инерционных сил, действующих на верхнюю часть крепи. Предложенный способ не имеет отечественных и мировых аналогов. Молодыми учеными также разработана оптимальная кинематика элементов винтопроходческих комплексов, позволяющая разрушать породу на забое с минимальными затратами энергии, даны расчеты анкерного крепления при проходке горно-разведочных выработок, составлены и решены уравнения, на основе которых предложен оптимальный вариант кровли и блоков горной выработки одной из шахт Кузбасса; рассмотрены способы, позволяющие избавиться от вредного воздействия момента, изгибающего штангу при бурении шпуров и скважин, что позволяет повысить в несколько раз усталостную выносливость инструмента и т.д. В научных работах по горному делу широко использовались методы имитационного и экономико-математического моделирования, методы планирования экспериментов, статистические методы обработки результатов экспериментов и аналитические исследования и т.п. Молодыми учеными проводились исследования, такие как изучение напряженно-деформированного состояния массива горных пород и управления мобильными (самоходными) машинами, опыт внедрения развитых систем автоматизации техники (дистанционное программирование процессов, бортовые телекамеры, системы технического зрения и автономной навигации, элементы искусственного интеллекта, объединение автоматизированных машин информационной сетью). В ходе автоматизации оборудования для горного дела широко используются сегодня элементы микроэлектроники. И это отражено в докладах молодых исследователей. В частности, интерес представляет доклад Н.А. Литвиновской, ассистента Пермского национального исследовательского политехнического университета: «Предотвращение газодинамических явлений из почвы подготовительных горных выработок в условиях подработки сильвинитового пласта (на примере Старобинского месторождения калийных солей)». В докладе представлены новые уникальные результаты исследования газоносности и газодинамических характеристик пород I калийного горизонта рудника I РУ ОАО «Беларуськалий». Проведен анализ газодинамических явлений из почвы подготовительных горных выработок в подработанном соляном породном массиве. Работа имеет большое прикладное значение. Также интересен доклад А.Н. Тимшина, студента Кузбасского государственного технического университета: «О применении и создании инструмента для бурения скважин с некруглым поперечным сечением». В докладе представлен новый предлагаемый буровой инструмент для получения взрывных скважин с некруглым поперечным сечением, который позволит использовать эффект взрывания скважин с некруглым поперечным сечением, в ряде случаев возможно до 25 % снижения удельного расхода взрывчатых веществ. Интересен также доклад в данном направлении аспиранта А.В. Потупина (Институт горного дела СО РАН, г. Новосибирск): «Численные исследования геомеханического способа управления продольным гидроразрывом в угольном пласте». Немалый интерес вызвал доклад магистранта А.А. Зиновьева (Новосибирский госуниверситет): «Математическое моделирование подземной добычи метана способом управляющего продольного гидроразрыва». Интересна работа аспиранта Томского политехнического университета Д.В. Федина «Разработка гидроимпульсного механизма для интенсификации процесса разрушения горных пород при ударно-вращательном способе

бурения», а также доклад студентов А.А. Николаева, Л.В. Петрова (Северо-Восточный федеральный университет им. М.К. Аммосова, г. Якутск): «Разработка ресурсосберегающей и экологически безопасной технологии подземной разработки россыпного месторождения алмазов «Солур». Интересны и многие другие доклады по данному научному направлению.

На секции «Моделирование процессов при транспортировке нефти и газа» доклады выполнены на высоком современном уровне. Актуальность их заключается в решении научных и практических проблем в области гидрогазодинамики, тепломассопереноса во внутренних системах (трубах и каналах), экспериментальных и теоретических методов исследования гомогенных и гетерогенных потоков, реологии вязких сред и теплофизики. В представленных докладах отражены разработанные собственно самими авторами новые методики комплексного физико-математического, компьютерного моделирования процессов переноса импульса, тепла и массы в гомогенных и гетерогенных средах в условиях наличия и отсутствия действия внешних сил (закрутка, магнитных полей, сил тяжести и т.д.), экспериментального исследования движений сложных сред в трубопроводах. Получены новые данные по гидродинамической и тепловой структуре смесей в условиях пространственной и тепловой деформации углеводородных сред. В некоторых докладах представлены новые данные по содержанию и закономерностям распределения интегральных параметров (сопротивления и тепломассопереноса) в инертных и химически реагирующих потоках жидкостей, анализу структуры движения фаз. В другой части докладов приведены новые схемы расчета и эффективные алгоритмы расчета пристеночных анизотропных потоков. Показаны результаты апробации редкоиспользуемых в практике прикладных расчетов модели турбулентности. Все вышеизложенное опирается на многочисленные сравнения с экспериментальными авторскими данными распределений гидродинамических и теплодиффузионных характеристик. Предлагаются критериальные зависимости для расчета потерь на трение и тепломассообмен при сложном движении смесей в трубопроводах. В процессе исследований молодыми учеными были использованы новейшие методы и методики такие как: моделирование течений смесей в рамках подходов – RANS, LES и Hybrid models, visualization, LDV Systems, photo-video technics; численное моделирование мелкомасштабных процессов в рамках низкорейнольдсовых течений и с неньютоновской реологией. Одной их наиболее интересных работ является доклад С.А. Павлова, аспиранта Института природных ресурсов ТПУ: «Методология экспериментального исследования режимов течения двухфазного потока». В докладе представлены новые уникальные результаты исследования эволюции структуры жидкостно- жидкостного потока в трубопроводах (на примере масло-вода). На основе авторских методик детально проанализирована картина эволюции динамических структур смеси, представлены данные изменений полей перепадов давления в реологически сложном потоке. Интересны также доклады аспирантов Института природных ресурсов ТПУ Р. Е. Терещенко: «Математическое моделирование течения и теплообмена неньютоновских жидкостей во внутренних системах» и Р.А. Альгинова «Численное моделирование гидродинамики и теплообмена при движении вязких сред на участках трубопровода с секциями Т-образной формы», а также аспиранта Института химии нефти СО РАН Е.В. Кирбижековой (г. Томск): «Образование асфальтосмолопарафиновых отложений в условиях обводненности нефти». Из студенческих научных работ наибольший интерес представляет доклад магистранта Института природных ресурсов ТПУ В.В. Зайковского: «Моделирование турбулентных течений слабозапыленных дисперсных сред при магистральном транспорте природного газа»; магистранта Института природных ресурсов ТПУ И.Ш. Ислямова: «Полуэмпирические гипотезы исследования турбулентности» и доклад студента А.А. Гагарина (Институт природных ресурсов ТПУ): «Моделирование пространственного потока электропроводящей жидкости в трубах и каналах при воздействии магнитного поля». В докладе представлены новые данные по управлению процессами переноса импульса и тепла в капельных жидкостях. Предложен эффективный численный алгоритм расчета зон релаксации возмущений. Интересны, особенно в теоретическом плане, многие другие доклады по данному направлению.

В направлении «Переработка углеводородного сырья» молодыми учеными использовались следующие новые методы, такие, как современные физико-химические методы исследования металлических и наноструктурированных цеолитных катализаторов: ИК-Фурье спектроскопия, рентгенофазовый анализ с помощью дифрактометра Shimadzu XRD-6000, дифференциальный термоанализ на приборе синхронного термического анализа NETZSCH STA 409 (Германия), электронно-микроскопические исследования на растровом электронном микроскопе VEGAII LMU (Чехия) с системой рентгеновского энергодисперсионного микроанализа, интегрированного с VEGAII LMU, Oxford INGA Energy 350; кислотные и каталитические свойства интерметаллидов и наноструктурированных цеолитных катализаторов изучены на специальных автоматизированных установках: термодесорбционная и проточные автоматизированные каталитические установки с различным объемом реакторов; современные методы исследования физико-химических свойств нефтеполимерных смол, а также новейшие методы термогравиметрии, рентгеноструктурного анализа, БЭТ, спектроскопии ЯМР ^{13}C , метод ГХ-МС, спектроскопии ЯМР ^{13}C , ^1H , ИК, метод математического моделирования, применение интеллектуальных программных комплексов, газовой хроматографии, метод термодесорбции и др. Лучшие доклады содержат результаты теоретических и экспериментальных исследований эффективности применения новых методов и технологий: 1) утилизация и глубокая химическая переработка попутных нефтяных газов (ПНГ) на наноструктурированных модифицированных цеолитсодержащих катализаторах в жидкие углеводороды и «сухой газ»; 2) углекислотная конверсия природного газа в синтез-газ на интерметаллидах никеля и алюминия; 3) переработка прямогонных бензиновых фракций газовых конденсатов и нефти на наноструктурированных модифицированных цеолитных катализаторах в высокооктановые бензины марок «Евро-4 и 5»; 4) получение различных модифицированных нефтеполимерных смол с улучшенными характеристиками из жидких продуктов пиролиза; 5) моделирование процессов промышленной подготовки нефти,

газа и газового конденсата и заводской переработки углеводородного сырья (обессоливание, обезвоживание, каплеобразование, сепарация, ректификация, каталитический риформинг, изомеризация, дегидрирование, гидрирование, алкилирование); 6) освещены вопросы совершенствования процессов переработки тяжелой смолы пиролиза в ценные химические продукты, а также получения 2-этилгексановой кислоты, как основного компонента при производстве металлокомплексных катализаторов и других веществ. 7) представлены результаты модернизации нефтехимических и нефтеперерабатывающих производств с применением технологических моделирующих систем; 8) показана актуальность повышения ресурсоэффективности переработки различных видов углеводородного сырья в продукты с высокой добавленной стоимостью – высокооктановые моторные топлива и добавки к ним, полуфабрикаты синтетических моющих средств – линейные алкилбензолы, тяжелая смола пиролиза – сырье для производства саж и технического углерода, 2-этилгексановой кислоты для производства сиккативов, растворителей, оловоорганических соединений, в процессе получения солей металлов, служащих катализаторами в производстве пластификаторов. Результаты исследований позволяют объективно оценивать современный уровень развития нефтегазопромышленной отрасли, а также нефтепереработки и нефтехимии. Доклады выполнены на высоком научном современном уровне. Актуальность их заключается в решении научных и практических проблем в области цеолитного катализа и его применения в нефте- и газохимии, рационального природопользования, особенно легкого углеводородного сырья: природного и попутных нефтяных газов и газовых конденсатов, эффективного использования побочных продуктов пиролиза для синтеза нефтеполимерных смол. В представленных докладах рассмотрены результаты исследований по физико-химическим свойствам различных модифицированных микропористых цеолитных катализаторов типа ZSM-5, а также процессов переработки легкого углеводородного сырья: природного и попутного нефтяного газов, газовых конденсатов в низшие олефины, ароматические углеводороды и высокооктановые бензины, что имеет не только научное, но и большое прикладное значение, особенно для нефте- и газодобывающих регионов для решения экологических проблем, охраны окружающей среды и их комплексного развития. Впервые проведены исследования по превращению прямогонных бензинов и попутных нефтяных газов C_3C_4 на цеолитных катализаторах, модифицированных гетерополисидами Мо и W. Показано, что введение гетерополисидами Мо и W приводит к повышению выхода высокооктановых бензинов из газового конденсата и ароматических углеводородов из газообразных насыщенных углеводородов. Рассмотрены технико-экономические показатели этих новых процессов и показана перспективность их практического применения. Другая часть докладов была посвящена новым способам и процессам использования жидких продуктов термического пиролиза углеводородных фракций и получению на их основе новых эффективных нефтеполимерных смол. Показано, что модификация ароматических нефтеполимерных смол комплексом электрогенерированных окислителей позволяет значительно улучшить физико-механические характеристики модифицированных нефтеполимерных смол. Все вышеизложенное позволяет более квалифицированно разрабатывать рекомендации по рациональному использованию природных углеводородных ресурсов. Достоверность всех полученных результатов подтверждается большим количеством полученного экспериментального материала с использованием новейших физико-химических методов анализа. Одним из лучших докладов является доклад Г.С. Боженовой, ассистента Института природных ресурсов ТПУ и В.С. Сухих, студента Томского государственного университета: «Превращение попутного нефтяного газа и метанола на модифицированных цеолитах типа MFI». В докладе представлены новые результаты исследования совместной конверсии попутного нефтяного газа C_2C_4 и метанола на микропористых цеолитных катализаторах типа MFI, модифицированных цинком различными методами, изученных с помощью современных методов анализа как ИК-спектроскопия, рентгенофазовый анализ, электронная микроскопия и метод термодесорбции аммиака. Кроме того, интерес представляет также доклад П.В. Трушкова, студента Томского государственного университета: «Модифицированные пентасилсодержащие катализаторы для ароматизации этана», в котором представлены новые данные по ароматизации этана на пентасилсодержащих катализаторах, модифицированных цинком. Показано, что конверсия этана на немодифицированном пентасиле при $600\text{ }^{\circ}\text{C}$ и 500 ч^{-1} составляет 7,5 %, а выход аренов - 1,8 %. Введение цинка в пентасил позволяет значительно увеличить степень конверсии этана и выход аренов. Максимальная конверсия этана при $600\text{ }^{\circ}\text{C}$ наблюдается на катализаторе 3% Zn/НКВЦ и составляет 56,1 %, а выход аренов - 32,2 %. Выход аренов увеличивается преимущественно за счет образования нафталиновых углеводородов. Большой практический интерес представляет доклад студента Томского государственного университета Е.Б. Колесниковой, М.В. Вайсбеккер: «Физико-химические и каталитические свойства цеолитсодержащих катализаторов, модифицированных гетерополисидами, в процессе превращения прямогонных бензинов газового конденсата в высокооктановые бензины марок «Евро-4 и 5». Изложенные многими молодыми участниками результаты актуальны для решения проблем в области химической технологии природных энергоносителей, а также моделирования процессов промышленной подготовки нефти, газа и газового конденсата к заводской переработке углеводородного сырья (обессоливание, обезвоживание, каплеобразование, сепарация, ректификация, каталитический реформинг, изомеризация, дегидрирование, гидрирование, алкилирование). В представленных докладах освещены вопросы совершенствования процессов подготовки и переработки углеводородного сырья с целью получения высокооктановых компонентов моторных топлив, а также представлены результаты модернизации нефтехимических и нефтеперерабатывающих производств с применением технологических моделирующих систем. Показана актуальность повышения ресурсоэффективности производства на стадии подготовки сырья для переработки путем анализа состава и свойств нефтей Западной Сибири. Результаты исследований позволяют объективно оценивать современный уровень развития нефтегазопромышленных отраслей, а также нефтепереработки и нефтехимии. Из докладов этого направления интерес представляет доклад

магистранта Е.В. Бульчевой (Институт природных ресурсов ТПУ): «Исследования процессов перемещения нефти в резервуаре при хранении», в котором представлены результаты гидродинамических характеристик потока при наливе жидкости в резервуар, а также показано изменение этих характеристик при использовании различных перемешивающих устройств. В данном научном направлении много интересных докладов.

По направлению «Современные технологии подготовки, освоения и переработки минерального сырья» доклады выполнены на высоком научном современном уровне. Актуальность заключается в решении научных и практических проблем в области переработки минерального сырья, рационального природопользования, охраны и защиты окружающей среды, технологии переработки минерального сырья. В представленных докладах отражены современные направления обогащения полиметаллических руд, технологии комплексного освоения и переработки отходов золоторудных объектов, полученные новые данные по созданию водостойких магnezийных материалов на основе диоксидового и серпентинитового сырья. Показаны возможности увеличения поглотительной способности глин и активации бентонитов ионами натрия, исследованы возможности использования карбонатных марганцевых руд в металлургической промышленности и для получения катализаторов глубокой конверсии природного газа. Представлены новые результаты в области нетрадиционных методов получения оксидов металлов с использованием электрохимического синтеза на переменном токе, модифицирование свойств и эксплуатационных характеристик геля гидроксида алюминия, аналитического контроля ионного состава растворов промышленных предприятий, используемых природных рассолов. Разработаны методы получения сорбентов на основе отходов обезжелезивания воды, используемых для очистки и регенерации отработанных масел. Достоверность полученных результатов подтверждается большим количеством проведенных экспериментов, использованием современных методов физико-химического анализа. В процессе исследований молодыми участниками использовались новейшие методы и методики: рентгенофазовый анализ, рентгеноструктурный анализ, атомно-абсорбционный анализ, потенциометрия, кондуктометрия, электронная микроскопия, определение удельной поверхности по методу БЭТ, химический анализ и др. Наиболее интересным докладом является доклад В.П. Игашевой, студента Института природных ресурсов ТПУ: «Экструзионный способ получения сорбентов». В докладе представлены результаты использования железосодержащих осадков, образующихся в процессе дезинфекции подземной воды, которые предлагается использовать в качестве сорбента для очистки отработанных минеральных масел. Кроме того, интерес представляет также доклад М.М. Емельяненко, студента Магнитогорского государственного технического университета имени Г. И. Носова: «Подготовка текущих хвостов обогащения колчеданных руд к комплексному освоению» и доклад Е.В. Андриановой, студента Российского государственного геологоразведочного университета им. Серго Орджоникидзе (г. Москва): «Золоторудные объекты Центрального Алдана, благоприятные для кучного выщелачивания золота». Интересны и многие другие доклады в данном научном направлении.

В научных работах, связанных с комплексным использованием различных видов сырья, в процессе исследований применялись такие современные методы исследования, как рентгенофлуоресцентный анализ, электронная сканирующая микроскопия, комплексный термический анализ, спектрофотометрия, рентгенофазный анализ ДТА, атомно-абсорбционный анализ, атомно-эмиссионная спектрометрия, метод лазерного микроанализа, потенциометрия, инверсионная вольтамперометрия и др. Доклады секции выполнены на высоком научном современном уровне. Актуальность заключается в решении научных и практических проблем в области комплексного использования минерального сырья. В представленных докладах отражены разработанные собственно самими авторами и их научными руководителями технологии рационального использования сырьевой базы России, а также представлены технологии переработки техногенных отходов с целью замены ими природного сырья. Особое внимание уделено проблемам ресурсоэффективности. В связи с особенностью географического расположения и суровыми климатическими условиями Россия вынуждена расходовать огромные энергетические ресурсы на отопление зданий и сооружений различного назначения. Кроме того, эта проблема связана с невысоким качеством и ограниченным ассортиментом материалов, используемых при тепловой изоляции теплогенерирующих установок, тепловых магистралей и объектов теплоснабжения. Примером практически значимой технологии является разработка получения пеностекла на основе алюмосиликатного сырья. Проведенные исследования подтверждают целесообразность использования всего известного многообразия различных техногенных отходов с алюмосиликатной основой в качестве исходного сырья для варки стекла, на основе которого можно получать пеностекло при более низких энергозатратах. Особая актуальность этого вопроса была выделена в докладе профессора ТПУ В.А. Лотова. Молодыми участниками были предложены новые технологии создания новых видов керамики и силикатных строительных материалов, разнообразных стеклоизделий, а также в ряде случаев предложены в качестве сырья нестандартные минеральные ассоциации для производства некоторых изделий и т.д. Так, интерес представляет научная работа магистранта Томского политехнического университета В.С. Стрюкова «Теплоизоляционные керамические материалы на основе природного сырья». Пористые керамические изделия играют важную роль в современной технике, что обусловлено их низкой теплопроводностью и теплоемкостью, высокой газо- и жидкостной проницаемостью, значительной адсорбционной способностью. Преобладающую часть пористых керамических изделий используют в качестве промышленной теплоизоляции, позволяющей уменьшать массу и толщину ограждающих поверхностей тепловых агрегатов, снижать потери теплоты на аккумуляцию и излучение, обеспечивать равномерное распределение температур в рабочем пространстве, повышать производительность печей и др., что в совокупности ведет к значительной экономии топлива, энергии, времени, капитальных затрат. В.С. Стрюков предложил получение эффективных теплоизоляционных керамических материалов по пластичной

технологии на основе природного кремнеземистого сырья – диатомитовой породы с использованием пороформирующих и пластифицирующих добавок. Интересен доклад Е.А. Сударева, аспиранта Института физики высоких технологий ТПУ: «Проектирование составов особо тяжелых бетонов». В докладе представлены примеры новых материалов как общестроительного, так и специального назначения. К числу таких материалов относятся особо тяжелые бетоны для защиты от радиации. Из всех радиоактивных излучений наибольшей проникающей способностью обладают гамма- и нейтрон-излучения. В связи с этим особо тяжелые бетоны для защиты от радиации и γ -лучей изготавливают, как правило, на тяжелых заполнителях из чугунного скрапа, железной руды, барита, лимонита, магнетита и др. Поэтому целью сообщения являлось ознакомление с расчетами составов особо тяжелых бетонов на различных заполнителях. Из студенческих научных работ интерес представляет работа Л.П. Говоровой (Институт физики высоких технологий ТПУ): «Физико-химические и структурно-минералогические особенности огнеупорного алюмосиликатного сырья Северо-Западного региона России. В докладе представлено комплексное исследование огнеупорного глинистого сырья Северо-Западного региона России: огнеупорных глин Иксинского месторождения (марки ГИО-2 и ГИО-5) Архангельской области, каолина Боровичско-Любытинского месторождения (КБПЛ-1, КБПЛ-2 и КБПЛ-3) Новгородской области и глинистых бокситов Тиманского месторождения (ГБТ-1 и ГБТ-2) Республики Коми. За объект сравнения был выбран каолин Обозновского месторождения (Украина), который в настоящее время признан как один из наиболее качественных украинских каолинов. Установлено, что один из путей повышения прочностных характеристик изделий (в т.ч. гранулированного материала) на основе данных каолинов является подштотка глиноземистыми добавками, нейтрализующими процесс кристобалитизации за счет связывания кремнезема, выделяющегося из структуры каолита во вторичный муллит. Научный и практический интерес представляют и другие доклады данного направления.

В процессе исследования геоэкологических проблем и охраны и защиты окружающей среды молодыми учеными использовались такие методы, как метод осколочной f -радиографии, инструментальный нейтронно-активационный анализ (ИНАА), атомно-эмиссионная спектрометрия с индуктивно-связанной плазмой (ISP), методы гамма и альфа - спектрометрии, метод лазерного микроанализа с применением компьютерных методов обработки результатов исследований, рентгено-структурный анализ, катодная люминесценция, биотестирование, потенциометрия, электронная микроскопия и др. В работе молодых участников симпозиума широко использован современный уровень применения ГИС-технологий при экологическом сопровождении в процессе освоения и эксплуатации разнообразных месторождений. В научных работах предложены и новые, практически значимые методы в области геоэкологии, радиоэкологии, геохимии, биогеохимии, рационального природопользования, охраны и защиты окружающей среды, в частности, предложено рассмотрение поведения брома, как элемента-индикатора техногенного воздействия на различные среды; использование разработанных программ радиоэкологического мониторинга на различных объектах; проведена оценка влияния отвалов горнодобывающих предприятий на почву; предложена организация работы по разработанной авторами программе радиоэкологического мониторинга в районах нефтегазодобычи. Молодыми учеными были продемонстрированы итоги разработки нового потенциометрического метода с использованием геохимических характеристик биоты при индексации качества природной среды; были предложены оригинальные идеи при переработке отходов производства; новые методологические подходы к разработке очистных сооружений; методы оптимизации составов исходных материалов и технологических режимов при утилизации промышленных химических отходов; моделирование и исследование процессов очистки сточных вод высокоактивными материалами нанотехнологий и использование электрических разрядов как эффективного инструмента очистки природных вод и промышленных стоков; моделирование и изменения условий функционирования биоценоза с помощью УФ- и ИК-излучений, совершенствование электрохимических технологий обезвреживания отходов фармацевтической промышленности, использование усовершенствованного математического аппарата для оценки геотехнической безопасности оползневых территорий и т.д. и т.п. Вся тематика научных экологических докладов на секции проходила по четырем направлениям: 1) общие геоэкологические проблемы территорий; 2) общие экологические проблемы и биотехнологии; 3) эколого-геохимические проблемы; 4) радиоэкология; 5) охрана и инженерная защита окружающей среды. В представленных докладах отражены результаты собственных исследований авторов по комплексной оценке воздействия на окружающую среду и оценке экологических рисков, что восполняет пробел в решении существующей проблемы объективной и полной оценки уровня загрязнения урбанизированных, горнодобывающих и нефтегазодобывающих территорий. Получены новые данные по содержанию редких, редкоземельных и радиоактивных элементов в пылеаэрозольных выпадениях на территории г. Усть-Каменегорск (Республика Казахстан) и районе Томской области. В некоторых докладах представлены новые данные, отражающие геохимические особенности почв урбанизированных территорий и зоны расположения полигона ТБО. Часть докладов посвящена изучению содержания и особенностей распределения химических элементов в органах и тканях человека, проживающего в различных ландшафтно-геохимических и техногенно-трансформированных условиях природной среды, произведена оценка регионального уровня содержания элементов в волосах по предварительному количеству проб, предложены региональные нормативы по элементному составу волос в Томской области. Был представлен доклад в рамках нового научного направления «медицинская геология», в котором была доказана экологическая обусловленность заболевания саркоидозом в Томской области, что, несомненно, имеет важное значение при лечении этого заболевания. Все вышеизложенное позволяет грамотно разрабатывать рекомендации по природоохранным мероприятиям и рационально использовать природные ресурсы. Достоверность всех полученных результатов подтверждается значимым количеством проанализированных проб с применением современных методов анализа. Научный и практический

интерес по данному направлению представляет доклад О.М. Середкиной, аспиранта Иркутского государственного технического университета: «К вопросу об изучении глубинного происхождения радона на территории г. Иркутска». В докладе представлены новые данные об уровнях загрязнения радоном территории города Иркутска, автором составлены карты радоноопасности территории города Иркутска, рассчитаны риски возникновения дополнительных случаев злокачественных новообразований населения г. Иркутска в результате вдыхания радона. Из студенческих докладов необходимо отметить доклад А.Р. Ялалтдиновой, студента Института природных ресурсов ТПУ: «Элементный состав золы листьев тополя черного (*Populus nigra* L.) как индикатор экологического состояния территории г. Усть-Каменогорска» и «Изучение содержания редких, редкоземельных и радиоактивных элементов в пылеаэрозольных выпадениях в зоне воздействия северной промышленной зоны г. Усть-Каменогорска (Республика Казахстан)». В первом докладе представлены новые данные об элементном составе золы листьев тополя черного территории г. Усть-Каменогорска (Республика Казахстан), а выявленные закономерности в накоплении элементов в составе золы листьев позволяют рекомендовать его в качестве индикатора экологического состояния территории. Во втором докладе представлены новые данные об уровнях накопления редких, редкоземельных и радиоактивных элементов в пылеаэрозольных выпадениях в зоне воздействия северной промышленной зоны г. Усть-Каменогорска, определена форма нахождения урана в составе пылеаэрозолей, показана дальность переноса пылеаэрозольных частиц от источника воздействия. Научный и практический интерес имеют и другие доклады данного направления.

На секции «Экономика минерального и углеводородного сырья. Горное право» доклады выполнены на высоком научном современном уровне. Актуальность исследований состоит в решении научных и практических проблем в области экономики минерального сырья, экономики нефтегазовой отрасли и горного права. Представленные доклады имеют несомненную научную новизну. Результаты исследований молодых ученых показали возможность использования энергетической рентабельности для оценки эффективности работы энергоёмких отраслей ТЭК; экономическое обоснование оптимизации фонда скважин с методикой оценки фонда бездействующих скважин, позволяющих эффективно управлять проблемным фондом скважин; новые идеи организации технико-внедренческих зон для России, практику использования метропольрегионов в Германии. В представленных докладах был проведен экономический анализ истощения углеводородных ресурсов Томской области, обоснован критерий сравнения энергоресурсов – энергетическая рентабельность, представлена перспективная методика их оценки с применением этого критерия, выделены инновационные аспекты альтернативных энергоресурсов и дана оценка их экономической эффективности, рассмотрены проблемы мультикультурных факторов в нефтедобывающей отрасли и проблемы утилизации попутного нефтяного газа, исследованы особенности применения CVP-анализа деятельности нефтегазовой компании. В некоторых докладах представлены данные по оценке наличия сырьевой базы углеводородов на территории Томской области и Западно-Сибирской нефтяной провинции, масштаб их освоения. Озвучены проблемы организации производственной деятельности: дана управленческая оценка организации производства через аутсорсинг, оптимизации капитала промышленных компаний. Интересным докладом в данном направлении является доклад А.Н. Соколова, научного сотрудника Института проблем нефти и газа СО РАН: «Методика расчета EROEI на примере разработки Средневилюйского газоконденсатного месторождения». В докладе была представлена оригинальная идея использования энергетической рентабельности как критерия сравнения энергоресурсов. Была предложена модификация методики расчета энергетической рентабельности для нефтегазовой отрасли, проведена оценка углеводородных ресурсов по энергетической рентабельности. Из студенческих работ интерес представляет доклад А.Н. Свинаярева, магистранта Института природных ресурсов ТПУ: «CVP-анализ деятельности нефтегазовой компании». В докладе представлены данные финансово-хозяйственной деятельности нефтегазового предприятия, осуществлена классификация затрат, продемонстрирована роль CVP-анализа а экономическом анализе и принятии на его основе управленческих решений, предложен порядок расчета прибыли, основанный на учете постоянных и переменных затрат нефтегазового предприятия. Интересен также доклад аспиранта Санкт-Петербургского государственного горного университета Д.И. Зайцевой: «Экономические инструменты решения проблем истощения сырьевой базы углеводородов Томской области». Интересны и другие доклады.

Главными рабочими языками на симпозиуме были русский, английский и немецкий. Поскольку часть докладов участниками делалась на английском и немецком языках, то для них работала специальная секция – «Геология и нефтегазовое дело» с двумя подсекциями, на которой было представлено 90 докладов 102 авторов. На открытии данной секции выступил представитель Британского Совета – Harriot-Watt University. Участники симпозиума представили доклады на актуальные темы в области геологии и нефтегазодобычи, доложив результаты своих персональных исследований, а также дали информацию по новейшим технологиям в нефтегазовом деле, полученную при изучении научной англоязычной литературы и литературы на немецком языке. Помимо российских участников с докладами выступили представители зарубежья – из Индонезии, Вьетнама, Германии, Англии. В составе конкурсной комиссии секции присутствовали специалисты, свободно владеющие английским и немецким языками. Они отметили как наиболее интересные следующие доклады: Г.А. Еремяна, студента Института природных ресурсов ТПУ: «Increasing the reliability of granulometric rock analysis through sedimentary and microscopic study correlation». Работа автора направлена на решение актуальной проблемы, связанной с определением свойств горных пород, в частности гранулометрического состава осадочных пород. Современные методы анализа гранулометрического состава не обеспечивают достаточную достоверность, так как не позволяют одновременно учитывать форму частиц и их седиментарный диаметр, играющий важную роль в процессах осадконакопления. Отсюда следуют грубые ошибки в оценке, в частности,

фильтрационно-емкостных свойств углеводородосодержащей породы и в подсчете запасов нефти и газа на конкретном месторождении. Автором и его научным руководителем профессором А.Т. Росляком разработана новая методика в виде аппаратно-программного комплекса, обеспечивающего анализ размеров частиц во всем диапазоне для данного образца породы. Кроме того, физические принципы анализа должны коррелировать с физическими основами образования осадочных пород и учитывать форму частиц. Этим условиям наиболее полно удовлетворяет сочетание методов микроскопического и седиментационного анализа размеров частиц. Однако до сих пор не разработаны методики, приборы и программные продукты, обеспечивающие корреляцию численно (микроскопия) и массового (седиментация) распределения частиц по размерам с автоматической оценкой достоверности анализа. Автор сделал попытку решить эту проблему, представив свою разработку. Интересен также доклад А.В. Бородина, младшего научного сотрудника отдела мониторинга разработки ОАО ТомскНИИНефть: «Estimation of remaining reserves in heterogeneous mature oilfield by the example of field X», в котором автором проведена оценка выработки запасов для нефтяного месторождения X Томской области. В исследовании представлено обоснование системного подхода к проблеме анализа выработки запасов для месторождений, находящихся на третьей стадии разработки. Данная проблема является актуальной, поскольку большинство месторождений Западной Сибири эксплуатируются с высоким процентом обводненности. В связи с этим реализация мероприятий, направленных на увеличение добычи нефти, (например, бурение зарезок боковых стволов) связана со значительными рисками. Однако эти неопределенности могут быть сняты при условии корректной локализации остаточных запасов, что и было продемонстрировано в работе. Результатом работы является предложение экономически целесообразного геолого-технологического мероприятия - бурение зарезки бокового горизонтального ствола, причем чистый дисконтированный доход после этого на апрель 2017 г. оценивается в 25 млн. рублей. Члены конкурсной комиссии - специалисты подчеркивают, что и другие доклады на данной секции представляют большой интерес.

Кроме этого, в рамках симпозиума был проведен Круглый стол по теме: «Профессиональная коммуникация и проблемы преподавания профессионального иностранного языка в области природных ресурсов недр Земли». Представленные доклады выполнены на высоком научно-теоретическом уровне. Актуальность исследований заключается в решении проблем преподавания профессионального иностранного языка в области природных ресурсов недр Земли. В представленных докладах отражены методы преподавания иностранного языка в неязыковом ВУЗе, перспективы использования проектной методики при проведении внеурочных мероприятий на иностранном языке со студентами неязыковых специальностей. Были заслушаны доклады для обсуждения и обмена опытом по проведению студенческого фестиваля по профессиональному иностранному языку «Свои исследования миру», в организации международной студенческой научной видеоконференции «Приближаясь к Арктике». В некоторых докладах были рассмотрены методы обучения чтению аутентичной литературы на иностранном языке, методы обучения письменной речи студентов специальностей Института природных ресурсов, метод диктантов в обучении письму и письменной речи на занятиях по профессиональному иностранному языку. В других докладах были представлены эффективные виды и формы при обучении иноязычной монологической речи студентов технического ВУЗа. Показана система послетекстовых упражнений, используемых при обучении изучающему чтению по специальности. Рассмотрены понятия «тест», «тестирование», «тестовое задание», используемых при обучении профессиональному иностранному языку студентов неязыковых специальностей. Изучена специфика терминов научно-технической литературы и технологии обучения терминам в неязыковом ВУЗе. Все вышеизложенное позволяет увидеть преимущества использования инновационных методов и приемов в обучении студентов всех направлений и специальностей Института природных ресурсов, применять эти технологии в преподавании иностранного языка в сфере профессионального общения, показать перспективы использования методик и проектной деятельности, а также организовывать фестивали и конференции на базе кафедры иностранных языков Института природных ресурсов ТПУ.

В процессе работы симпозиума на секциях использовались современные технические средства демонстрации научных работ: мультимедийный проектор, компьютерный проектор, ноутбук, графопроектор, программа для презентаций «Powerpoint», оверхед, проектор «Полилюкс», демонстрационное средство «Лектор 2000», видеопроекторы, диапроекторы, проектор Nec 595VT, оптические преобразователи в режиме Power Point, интерактивная доска Hitachi, видео-стена 3-D визуализации, плазменный экран, а также использовались для демонстрации самые последние версии популярного пакета программ MS Office, Corel Draw, Arc View, MapInfo и других новейших программных средств. Некоторые доклады сопровождался показом фильмов собственного производства.

Конкурсное жюри симпозиума наградило авторов лучших докладов дипломами, призами и памятными подарками. Всем докладчикам были вручены сертификаты. Награждение лауреатов состоялось в торжественной и праздничной обстановке в Международном культурном центре Национального исследовательского Томского политехнического университета. Для участников симпозиума был дан праздничный концерт.

В период работы симпозиума для участников была организована интересная культурная программа. Были проведены экскурсии по городу, в Сибирский ботанический сад (в отдел тропической и субтропической растительности), в музей редких и древних книг, в музей истории Томского политехнического университета, в музей-кабинет академика В.А. Обручева и М.А. Усова, в минералогический и палеонтологический музей Томского политехнического университета, в библиотеку Томского политехнического университета, в Центр подготовки магистров в области нефтяного инжиниринга, созданного на базе Эдинбургского университета «Хериот-Ватт» (Великобритания) и Томского политехнического университета, в современное автоматизированное архивохранилище с лабораторно-аналитическим Центром, в Научно-исследовательский

ядерный реактор ТПУ. Гости симпозиума познакомились с учебными корпусами и лабораториями ИПР ТПУ, с двумя Инновационными научно-образовательными Центрами ИПР («Трубопроводный транспорт нефти и газа» и «Урановая геология»), оснащенными новейшим современным оборудованием на уровне мировых стандартов. Для гостей был показан фильм об истории, традициях и научных достижениях ИПР ТПУ.

В рамках XVI Международного симпозиума им. М.А. Усова «Проблемы геологии и освоения недр» был проведен конкурс федеральных инновационных исследовательских грантов «У.М.Н.И.К» для лучших научных работ. В итоге было отобрано 50 лучших научных разработок, которые представлены на следующие, более высокие туры.

Учитывая финансовые трудности в стране, редакционная коллегия в целях поддержки научной молодежи приняла решение опубликовать материалы большинства представленных докладов. Критерием отбора служили лишь содержание докладов, их научная новизна, практическая значимость и возраст авторов. Редакционная коллегия симпозиума надеется, что публикуемые материалы позволят заинтересованным читателям получить представление об уровне научных исследований в области геологии и освоения недр, выполняемых молодыми учеными, и использовать предложенные молодыми авторами идеи и разработки в своей научной и производственной деятельности. Кроме того, публикация трудов каждой секции открывается проблемным докладом ведущих ученых и специалистов научного направления каждой конкретной секции. Редакционная коллегия считает, что опубликованные доклады ведущих ученых будут полезны и интересны студентам и аспирантам, ведущим исследования в данных научных направлениях.

Редакционная коллегия симпозиума выражает благодарность администрации Томского политехнического университета (ректор ТПУ, профессор П.С. Чубик), руководству Института природных ресурсов ТПУ (проректор-директор ИПР ТПУ, А.Ю. Дмитриев), финансовой поддержке которых способствовала проведению симпозиума и публикации данного сборника.

Ученый секретарь симпозиума, доцент, кандидат геол.-мин.наук – Г.М. Иванова

**ПОСВЯЩАЕТСЯ
110-ЛЕТИЮ СО ДНЯ РОЖДЕНИЯ ПРОФЕССОРА,
ЗАСЛУЖЕННОГО ДЕЯТЕЛЯ НАУКИ И ТЕХНИКИ Л.Л. ХАЛФИНА
И 40-ЛЕТИЮ НАУЧНЫХ МОЛОДЕЖНЫХ КОНФЕРЕНЦИЙ
ИМЕНИ АКАДЕМИКА М.А. УСОВА
«ПРОБЛЕМЫ ГЕОЛОГИИ И ОСВОЕНИЯ НЕДР»**

ПЛЕНАРНЫЕ ДОКЛАДЫ

**НАУЧНАЯ И ИННОВАЦИОННАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ ТОМСКОГО
ПОЛИТЕХНИЧЕСКОГО УНИВЕРСИТЕТА СЕГОДНЯ**

В. А. Власов, проректор ТПУ

***Национальный исследовательский Томский политехнический университет,
г. Томск, Россия***

В рейтинге Министерства образования и науки Российской Федерации Национальный исследовательский Томский политехнический университет сегодня занимает 2 место среди 148 технических и технологических вузов страны. Впереди – Московский государственный технический университет имени Н.Э.Баумана. По объемам НИОКР ТПУ занимает второе место среди вузов Минобрнауки РФ и первое место по объему внебюджетных средств, заработанных на науке.

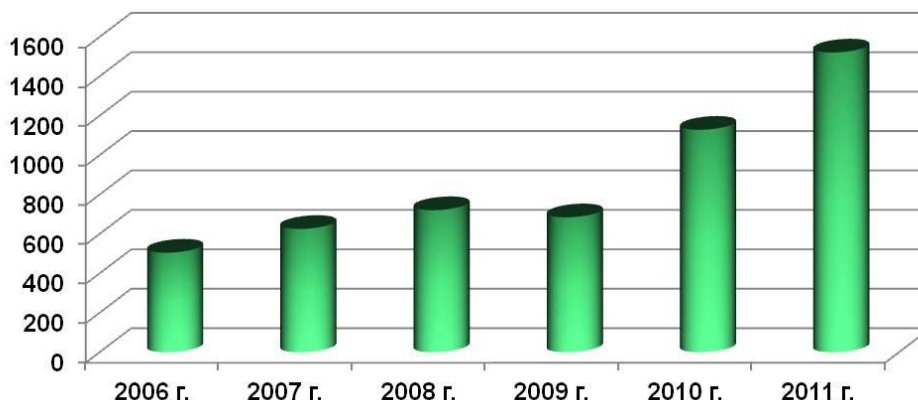
Впервые в 2011 ТПУ вошел в топ–700 лучших университетов мира согласно новому рейтингу QS World University Rankings 2011. Всего в этот список вошли 13 вузов страны, среди которых – лишь два технических вуза.

Объем научного внебюджета ТПУ составляет более 50% от объема всех вузов г. Томска и около 40% от всего Томского научно-образовательного комплекса. В 2010 г. объем НИОКР ТПУ впервые превысил один миллиард рублей, в 2011 году – более 1,5 млрд.руб. В среднем на одного научно-педагогического сотрудника в 2011 г. приходится 460,8 тыс.руб. (среднее по Минобрнауки РФ – 174,1 тыс.руб.).



***Проректор по научной работе и
инновациям ТПУ В.А. Власов с
Президентом РФ Д.А. Медведевым
(2011 г.)***

Динамика объемов НИОКР за 2006–2011 гг., млн.руб.



Университет принимает активное участие в реализации проекта «ИНО ТОМСК'2020» – Центр образования, исследований и разработок. Созданный в рамках «ИНО Томск'2020» консорциум вузов и научных организаций города «UniTomsk» возглавил ректор нашего университета П.С.Чубик.

ТПУ является единственным российским вузом, входящим в Ассоциацию ведущих европейских университетов в области инженерного образования и исследований CESAER, которая включает 57 вузов из 25 стран. В 2011 г. Томский политехнический университет впервые получил место в Совете директоров CESAER. Томский политехнический университет – первый российский вуз, который принят во Всемирную инициативу ведущих мировых вузов по модернизации инженерного образования CDIO (Conceive — Design — Implement — Operate), включающую около 70 высших учебных заведений из 25 стран мира.

В ТПУ сегодня работают 14 академиков и 8 членов-корреспондентов РАН и РАМН, 26 Заслуженных деятелей науки и техники РФ. В ТПУ сегодня учатся 23000 студентов, среди них 11,7 % составляют иностранцы. В ТПУ – 31 учебный корпус общей площадью 197 350 кв. м.; 5500 компьютеров с выходом в Интернет; свыше 200 точек Wi-Fi в корпусах; 3 научно-исследовательских института и научно-исследовательский ядерный реактор. В ТПУ студенты обучаются по 87 специальностям, 26 направлениям подготовки бакалавров и 104 программам магистров под руководством 1050 кандидатов наук и 290 докторов наук. В ТПУ входят 8 учебных институтов, 3 факультета, 100 кафедр, 17 научно-образовательных центров, 68 научно-исследовательских лабораторий. Ежегодно в ТПУ защищаются 30 докторов и 120 кандидатов наук. ТПУ ведет работу в 30 странах мира. ТПУ стал родоначальником 20 дочерних ВУЗов и НИИ в России.

Во время визита в Томск главы Росатома С.Кириенко было подписано соглашение между госкорпорацией и Администрацией Томской области об организации в ТПУ подготовки кадров для предприятий атомной отрасли России и иностранных государств в рамках Ассоциации «Консорциум опорных вузов Росатома», которая была создана в этом году. Сотрудничество с Росатомом лучший на сегодняшний день пример интеграции промышленности и высшей школы для реализации стратегических задач государства. Ректор ТПУ П.С. Чубик избран сопредседателем Ассоциации.

ТПУ вошел в состав учредителей 14 технологических платформ из 28 организованных в РФ в 2011 году. В рамках ФЦП «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2007-2013 годы» поддержано 6 проектов по 5 ТП с общим объемом 30,6 млн.руб., в т.ч. на 2011 г. – 18,9 млн.руб.

В программы инновационного развития 17 госкорпораций подано 89 проектов. По информации Минобрнауки ТПУ вошел в 11 ПИР крупных компаний с государственным участием, по шести из которых университет является опорным вузом (ОАО «ГАЗПРОМ», ГК «Росатом», ОАО «ИСС», ФГУП «НПО «Микроген», ОАО «Системный оператор ЕЭС», ОАО «РАО Энергетические системы Востока»).

Сотрудниками, аспирантами и докторантами ТПУ в 2011 г. защищено 32 докторские и 120 кандидатских диссертаций. Эффективность работы аспирантуры и докторантуры по ПНР НИУ 50,2% от приема. Одним из значительных событий 2011 года была защита докторской диссертации 26-ти летнего Павла Стрижака – это рекордный возраст диссертанта в России, кроме того, впервые в истории Томска гражданин Японии Кенсуке Уемура защитил докторскую диссертацию в Совете ТПУ. По количеству защит ТПУ занимает первое место по кандидатским и второе по докторским диссертациям среди вузов и организаций Минобрнауки РФ.

Сотрудниками университета в 2012 г. опубликовано:

- 8485 статей, докладов и тезисов, в т.ч. 2258 статей в научной периодике, индексируемой иностранными и российскими организациями (Web of Science, Scopus, Российский индекс цитирования). 141 статья в журналах с высоким импакт-фактором (в т.ч. Nature: ИФ 36,101 и Nature Nanotechnology – 30,306.). На 13% увеличился суммарный индекс Хирша сотрудников ТПУ. Десять сотрудников имеют индекс Хирши более 10;

- 136 монографий, в том числе 40 за рубежом;
- выпущен первый номер электронного научного журнала «Вестник науки Сибири».

В 2011 г. на базе ТПУ было проведено 77 научных мероприятия, из них 30 – Международных научно-технических конференций, в т.ч. Форум ведущих зарубежных ученых «Перспективные технологии XXI века – Россия и зарубежье» в рамках ФЦП «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2007-2013 годы», организатором которого выступило Министерство образования и науки РФ. В рамках Форума прошло совещание ректоров университетов победителей конкурса по постановлению Правительства РФ №220.

Разработки ученых ТПУ были представлены на 70 различных выставках и отмечены 86 медалями и дипломами.

Выставочный Центр ТПУ посетили более 100 делегаций, в т.ч.: Президент РАН академик Ю.С. Осипов, генеральный директор Государственной корпорации «Росатом» С.В. Кириенко, представители компании Statoil (Норвегия) и атомного совета Малайзии, первый секретарь Посольства США в РФ и др.



Профессора Национального исследовательского Томского политехнического университета на праздновании 115-летия ТПУ



Главный корпус Национального исследовательского Томского политехнического университета

Результаты ТПУ по постановлению Правительства РФ №219

Созданием проектно-конструкторского института с опытным производством (ПКИ ОП) и лаборатории технологического прогнозирования, завершён инновационный цикл университета. ТПУ первый из томских вузов создал такую структуру.

Сотрудниками ТПУ получено 154 патента; на бухгалтерский баланс поставлено 8 объектов интеллектуальной собственности; заключено 8 лицензионных договоров; поданы заявки на получение 3 зарубежных патентов.

На сегодня в ТПУ создано 8 малых инновационных предприятий (МИП) в соответствии с ФЗ – 217 (план 8). Всего МИП, в состав учредителей которых ТПУ входит на уровне блокирующего пакета – 29, в т.ч. 28 создано по ФЗ №217. В МИП создано 91 рабочее место, в том числе в 2011г. – 35.

Резидентами инновационного центра «Сколково» стали 3 МИП, учрежденные ТПУ по ФЗ-217: Центр исследований и разработок «Интеллектуальные энергосистемы»; ООО «Нанокор», кластер биомедицина; ООО «Центр нефтегазовых технологий», кластер энергоэффективности. Поддержаны приоритетные инновационные проекты ТПУ, переданные для реализации в МИП – резидентах центра «Сколково»:

- «Гибридный всережимный моделирующий комплекс реального времени распределительной сети» (руководитель проф. каф. ЭЭС Гусев А.С.);
- «Разработка технологии лечения атеросклероза кровеносных сосудов человека с помощью химически-модифицированных наночастиц» (зав. каф. БИОХ Филимонов В.Д.);
- «Веб-моделирование онлайн для мониторинга и управления сепарацией и утилизацией попутного газа» (руководитель доцент каф. ИПС Хамухин А.А.);
- «Децентрализованные системы электроснабжения с участием возобновляемых источников энергии, систем накопления и активным потребителем» (руководитель проф. каф. ЭПП Лукутин Б.В.);
- «Программно-аппаратная платформа для встроенных цифровых систем управления преобразованием электроэнергии» (руководитель доцент ЭПЭО Каракулов А.С.).

СТБИ оснащен технологическим и учебно-демонстрационным оборудованием на сумму 7,2 млн.руб.

Создана Ассоциация хозяйственных обществ, учрежденных с участием ТПУ в рамках 217-ФЗ. Разработаны 2 программы повышения квалификации и учебно-методическая документация в сфере инновационного предпринимательства и 1 программа довузовской подготовки школьников и абитуриентов.

Результаты ТПУ по проектам в рамках постановления Правительства РФ № 218:

В ТПУ выполнены следующие работы:

- «Разработка высокоэффективных и надежных источников света и светотехнических устройств и организация их серийного производства»: в коллаборации с ОАО «НИИПП» и ведущими университетами г.Томска – ТГУ и ТУСУРом на базе ТПУ открыта Испытательная светотехническая лаборатория – единственная в азиатской части РФ, способная обеспечить потребности региона в сертифицированной светодиодной продукции. Со второго полугодия 2011г. начато серийное производство светодиодных светильников на предприятии ОАО «НИИПП». Данные светильники отличает высокая энергоэффективность, относительная дешевизна и легкость конструкции примерно в 1,5 раза превосходящая аналоги.

- «Создание промышленного производства изделий из функциональной и конструкционной наноструктурированной керамики для высокотехнологичных отраслей» (ТПУ, ОАО ХК «НЭВЗ-Союз»): Разработаны предварительные проекты и технологические регламенты технологий: изготовления керамических подложек для светодиодного конструктива; керамических изоляторов для электронно-оптических преобразователей; керамических элементов запорной арматуры трубопроводного транспорта; элементов бронекерамики для систем защиты техники и личного состава. Разработаны опытные образцы керамических бронеплиток, диэлектрических подложек. Проведены сравнительные пулевые испытания бронекерамики в ОАО НИИ «Стали» и получен 100% положительный результат.

- «Разработка единого информационного пространства проектирования и испытаний унифицированных электронных модулей (УЭМ) систем управления и электропитания космического аппарата» (ТПУ, ТГУ, ОАО «ИСС» имени академика М.Ф. Решетнёва): Создано рабочее место проектировщика WorkFlow-диаграмм. Реализован «пилотный» проект и апробирован тестовый вариант единого информационного пространства в рамках отделения проектирования и испытаний БРЭА ОАО «ИСС».

В рамках ФЦП «Обеспечение ядерной и радиационной безопасности на 2008 год и на период до 2015 года» Томским политехническим университетом в 2011 году:

Завершено строительство инженерных систем физической защиты периметра запретной зоны исследовательского ядерного реактора ТПУ.

- Существующие КПП исследовательского ядерного реактора ТПУ дооснащены бронебудками.
- Система электроснабжения ТСО физической защиты исследовательского ядерного реактора ТПУ переведена на I-ую категорию электроснабжения.



Студенты на атомном исследовательском реакторе Национального исследовательского Томского политехнического университета



Лекция в компьютеризированной лекционной аудитории ТПУ

Италии, Украины, Кореи и Польши. Объем НИОКР в рамках международных научных программ составил 155,5 млн.руб., в т.ч. в рамках международных конкурсов получена финансовая поддержка по ФЦП, РФФИ – 12 проектов на общую сумму 64,5 млн.руб., в т.ч. на «Проведение научно-исследовательских работ совместно с иностранными научными организациями» – 7 проектов с партнерами из Германии, США, Армении, Казахстана, Бразилии на сумму 55,1 млн.руб.

Наиболее крупные партнеры: GT Semiconductor Materials Co Ltd (Китай); Smiths Heimann GmbH (Германия); Adensis GmbH Company (Германия); Beijing Co Ltd (Китай); DSO CO 09085 (Сингапур); Unodrill AS (Uno) (Норвегия); UNID Co Ltd. (Корея). Предметы крупных контрактов следующие:

- нейтронное легирование кремния – GT Semiconductor Materials Co Ltd. (5,58 млн.руб.);
- поставка ускорительной техники – Smiths Heimann GmbH (5,1 млн.руб.);
- разработка и поставка импульсного генератора – Beijing Co Ltd (3,36 млн.руб.) и др.

В университете созданы и работают 19 международных лабораторий, в т.ч. две открыты в 2011 году: совместно с холдингом СИБУР – международная лаборатория «Термореактивные полимеры» под руководством приглашенного ученого Д.Верваке (Бельгия); МНОЛ «Рентгеновской оптики» (ФТИ и Национальная академия наук Армении).

В ТПУ выиграно 62 гранта по индивидуальной схеме финансирования из средств зарубежных фондов на общую сумму 19,2 млн.руб., в т.ч. ВМБФ (Германия), Стипендия имени Марии Кюри, 7-й рамочной программы Еврокомиссии, National Science Foundation (США), Fulbright (США) и др.

К различным формам НИР привлечено 6797 (55%) студентов, в т.ч. 15% – с оплатой. Выполнено 24 научные стажировки.

В рамках выполнения 93 проектов ФЦП «Кадры»:

- 9 проектов выполнено под руководством аспирантов ТПУ;
- 13 проектов – под руководством молодых (до 35 лет) кандидатов наук ТПУ;
- 2 проекта по развитию общероссийской мобильности молодых ученых (до 35 лет);
- 10 проектов по организации и проведению молодежных научных мероприятий на базе ТПУ.

Общий объем привлеченного финансирования на молодежную науку в 2011 году составил 57,5 млн.руб., в т.ч. 20,8 млн.руб. – молодежные проекты в рамках ФЦП «Кадры».

ТПУ по количеству публикаций студентов без соавторов занимает третье место среди вузов Минобрнауки РФ, по студенческим работам, поданным на лучшую НИР – первое.

В ТПУ закуплено оборудования на сумму 357,4 млн.руб., из них: технологическое и общелабораторное на 161,3 млн.руб.; аналитическое оборудование – 70 млн.руб.; развитие инфраструктуры (кабельные сети, компьютеры, мультимедиа, ПО) – 88,1 млн.руб.

Сотрудниками ТПУ выиграно 2 гранта РФФИ на развитие материальной базы на сумму 8,7 млн.руб.: «широколучевая система лазерного пробоотбора для атомно-эмиссионного спектрометра» и «высокоточный дифференциальный сканирующий калориметр».

- Локальные пункты управления системами физической защиты исследовательского ядерного реактора ТПУ оборудованы средствами связи, видеонаблюдения, системами управления и контроля доступом.

- Разработана проектная и рабочая документация на реконструкцию систем радиационного и газового радиационного контроля здания исследовательского ядерного реактора ТПУ.

- Разработан проект реконструкции систем радиационного контроля пунктов хранения РВ, ТРО, ЖРО для объектов ТПУ.

Заклучено 17 соглашений по вопросам научно-технического сотрудничества с организациями из Германии, Португалии, Канады, Бразилии, Малайзии,



Зал 3D-визуализации в Центре профессиональной переподготовки специалистов нефтегазового дела на базе Эдинбургского университета (Велико-британия) и ИПР ТПУ

Ведущие научные коллективы и школы в ТПУ
Научные коллективы ТПУ, имеющие статус ведущих научных школ России и поддержанные грантами Президента РФ:

1. Разработка научных основ создания наноструктурных упрочняющих и теплозащитных покрытий нового поколения, имеющих высокую релаксационную способность за счет формирования в них подвижных наноструктурированных границ (smart coatings) (научный руководитель – профессор В. Е. Панин).



Молодые ученые за работой в научной лаборатории ТПУ

2. Сибирская гидрогеохимическая школа «Геохимия подземных вод и механизмы их формирования» (научный руководитель – профессор С.Л. Шварцев).

3. Геология и геохимия благородных и редких металлов (научный руководитель – профессор – А.Ф. Коробейников).

4. Геоинформатика (научный руководитель – профессор Н.Г. Марков).

Ведущие научно-педагогические коллективы и научные школы ТПУ:

1. Развитие теоретической и практической электрохимии в Томской научной школе (научный руководитель – профессор А.А. Бакибаев);

2. Сибирская школа технологии силикатов и наноматериалов (научный руководитель – профессор В.И. Верещагин);

3. Разработка методов интенсификации процессов в области плазменной переработки перспективных материалов, тонкого разделения (очистки) веществ и изотопов (научный руководитель – профессор В.А. Власов);

4. Теоретическая и математическая физика (научный руководитель – профессор А.В. Галажинский);

5. Физика, техника и применения импульсных газовых лазеров (научный руководитель – профессор Г.С. Евтушенко);

6. Фундаментальные основы создания новых технологий, материалов и оборудования в машиностроении (научный руководитель – профессор А.Б. Ефременков);

7. Технология ядерных материалов, редких и благородных металлов (научный руководитель – профессор И.И. Жерин);

8. Исследование свойств минеральной части низкосортных углей в технологиях сжигания и их влияния на надежность, экономичность и экологические характеристики котельного оборудования (научный руководитель – профессор Заворин А.С.);

9. Философия науки и образования (научный руководитель – профессор А.А. Корниенко);

10. Математическое моделирование на физико-химической основе многокомпонентных промышленных процессов переработки углеводородного сырья (научный руководитель – профессор А.В. Кравцов);

11. Математическое моделирование на физико-химической основе многокомпонентных промышленных процессов переработки углеводородного сырья (научный руководитель – профессор В.П. Кривобоков);

12. Физика процессов взаимодействия лазерных и электронных пучков с материалами (научный руководитель – профессор В.М. Лисицын);

13. Электрический разряд в диэлектриках (научный руководитель – профессор В.В. Лопатин);

14. Генерация электромагнитного излучения пучками заряженных частиц (научный руководитель – профессор А.П. Потылицын);

15. Комплексное изучение урановых редкометалльных месторождений (научный руководитель – профессор Л.П. Рихванов);

16. Взаимодействие нейтронов, заряженных частиц и плазмы с конденсированными средами (научный руководитель – профессор А.И. Рябчиков);

17. Физика атомного ядра и элементарных частиц (научный руководитель – профессор В.Н. Стибунов);



Международная научно-образовательная лаборатория нефтегазовой гидродинамики и теплообмена ИПР ТПУ

18. Физика твердого тела: физические явления в диэлектриках и полупроводниках при различных видах энергетического возбуждения. Школа имени А.А. Воробьева (научный руководитель – профессор А.П. Суржиков);
19. Физика пучков заряженных частиц и ускорительная техника (научный руководитель – профессор Ю.П. Усов);
20. Органическая химия и синтез лекарственных соединений (научный руководитель – профессор В.Д. Филимонов);
21. Материаловедение объемных наноматериалов (научный руководитель – профессор О.Л. Хасанов);
22. Разработка и применение малогабаритных источников рентгеновского и электронного излучений (научный руководитель – профессор В.Л. Чахлов);
23. Воздействия малых доз излучения на неравновесные кристаллы – Эффект малых доз излучения (научный руководитель – профессор Л.П. Рихванов);
24. Релятивистская высокочастотная электроника (генерация импульсов сверхмощного высокочастотного излучения наносекундной длительности) (научный руководитель – профессор Ю.Г. Юшков);
25. Онтолого-семантическое моделирование и разработка систем управления знаниями (научный руководитель – профессор В.З. Ямпольский).

Инновационные научно-образовательные центры ТПУ:

Инновационный научно-образовательный центр «Электроразрядные и пучково-плазменные технологии»; Центр подготовки элитных специалистов по CALS-технологиям; Инновационный научно-образовательный центр подготовки профессиональной элиты по информационным технологиям; Инновационный научно-образовательный центр опережающей подготовки специалистов по неразрушающему контролю и диагностике; Инновационный научно-образовательный центр специалистов трубопроводного транспорта нефти и газа; Инновационный научно-образовательный центр "Технологии водородной энергетики, возобновляемые источники энергии и энергосбережение"; Инновационный образовательный центр "Ядерные технологии и нераспространение ядерных материалов"; Международный инновационный научно-образовательный центр «Урановая геология»; Научно-образовательный инновационный центр "Нanomатериалы и нанотехнологии" ТПУ ("Нано-Центр ТПУ").

Достигнутые университетом результаты – это не предел. ТПУ, имеющий высокий научный потенциал, продолжает развиваться. Полученные вузом достижения привели к системному эффекту – повышению инновационного потенциала вуза – и создали условия для становления и развития университета как вуза исследовательского типа, способствующего развитию не только Томской области, Сибири, но и всей России в целом.

ИНСТИТУТ ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ – ПЕРЕДОВОЙ НАУЧНО-ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЙ ЦЕНТР

А.Ю. Дмитриев, проректор-директор ИПР

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

С официального образования Института природных ресурсов ТПУ прошло два года. Всего ничего, но что значат два года для стремительно развивающегося инновационного вуза, такого как Национальный

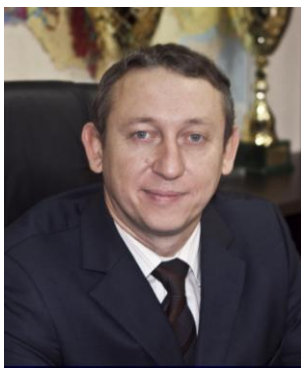


Фото 1. А.Ю. Дмитриев, к.т.н., доцент, проректор-директор Института природных ресурсов ТПУ

исследовательский Томский политехнический университет? Целую жизнь. Институт природных ресурсов был создан в июне 2010 года для реализации одного из приоритетных направлений развития нашего университета «Рациональное природопользование и глубокая переработка природных ресурсов». Создан на базе института геологии и нефтегазового дела, который в свою очередь создан на базе геологоразведочного факультета, имеющего более чем столетнюю историю и богатейшие традиции и сильные научные школы. Цели Института природных ресурсов - создание новых современных технологий прогнозирования и поисков месторождений полезных ископаемых, геолого-экономической оценки разработки природных ресурсов с применением экологически безопасных методов и способов их комплексного освоения с максимальным извлечением полезных компонентов и максимально возможной глубиной переработки на востребованные товарные продукты, создание лекарственных средств и биологических комплексов на основе растительного сырья и иных природных источников; а также подготовка профессиональной элиты для национальной экономики. И сегодня можно с уверенностью сказать, что Институт успешно справляется с теми задачами, которые поставило перед нами руководство Томского политехнического университета. Хороший пример тому - лидирующие позиции Института в

рейтинге российских вузов по целому ряду специальностей: «Геологическая съемка, поиски и разведка

месторождений полезных ископаемых», «Геоэкология», «Поиски и разведка подземных вод и инженерно-геологические изыскания», «Комплексное использование и охрана водных ресурсов», «Геология нефти и газа» и другие. Не так давно на специализированной выставке-конгрессе с международным участием «Нефть. Газ. Геология-2012» Институт природных ресурсов завоевал медаль конкурса «Сибирские Афины» в номинации «Лидер отрасли».

Конечно, непросто было бы добиться серьезных успехов за столь короткий период. Если бы не тот огромный потенциал, которым обладает Институт природных ресурсов. Ведь он основан на базе старейших отделений Томского технологического института императора Николая II (ныне Томский политехнический университет) – горного и химического.

Горного отделение было открыто в 1901 году. Неоценимую роль в его организации сыграл выдающийся геолог с мировым именем, академик, лауреат Ленинской и Государственной премий Владимир Афанасьевич Обручев, который работал в ТТИ с 1901 по 1912 год. Среди выпускников горного отделения целая плеяда выдающихся учёных, инженеров и организаторов производства. Это Михаил Антонович Усов, первый в Сибири академик АН СССР, с именем которого связано становление ее горнодобывающей промышленности и первенца геологической службы - Сибгеолкома; академик Каныш Имантаевич Сатпаев, организатор и первый президент Академии наук Казахстана; профессор Николай Николаевич Урванцев - первооткрыватель Норильского рудного региона; профессор-горняк Дмитрий Александрович Стрельников, среди учеников которого 14 Героев социалистического труда; профессор Михаил Калинин Коровина, один из первых указавший на перспективы нефтегазоносности Западной Сибири, и многие другие.

Немало знаменитых ученых заложили основу и еще одного из первых отделений Томского технологического института - химического. В его открытии непосредственное участие принял сибиряк по происхождению Дмитрий Иванович Менделеев, хорошо понимавший, что могущество России «произрастать» будет сибирскими богатствами, добывать которые должны геологи, а перерабатывать – химики. Первым ректором института был химик Ефим Лукьянович Зубашев, сумевший привлечь таких ученых и педагогов как Николай Матвеевич Кижнер и Николай Прокопьевич Чижевский, научные труды которых получили мировое признание.

В институте за столетнюю историю сформировались научные школы, широко известные в России и за рубежом. Это Сибирская гидрогеохимическая школа (проф. С.Л. Шварцев), Школа геологии и геохимии благородных металлов (проф. А.Ф.Коробейников), Сибирская научная школа в области геофизических методов поисков и разведки месторождений полезных ископаемых (проф. Л.Я. Ерофеев), Сибирская радиогеохимическая школа (проф. Л.П. Рихванов) и др. Из 35 тысяч выпускников Сибирской горно-геологической и химической школ более 450 стали первооткрывателями месторождений полезных ископаемых, 1 – лауреатом Нобелевской премии, более 50 – Лауреатами Ленинской и Государственной премий, 15 – академиками и членами-корреспондентами АН СССР (РАН), более 250 – докторами и более 1600 – кандидатами наук.

За прошедшую вековую историю появились новые направления подготовки молодых специалистов. Институт (факультет) давали жизнь другим институтам, учебным и научным. Научно-педагогический потенциал, заложенный основоположниками отделений и развитый их последователями, всегда позволяли гибко реагировать на запросы современности.

Сегодня Институт природных ресурсов по праву считается одним из ведущих в стране образовательных учреждений, которые готовят не только специалистов для нефтегазовой отрасли, но и всех других направлений минерально-сырьевого комплекса. Наш Институт - это 15 кафедр, 10 центров, 24 лаборатории, 4 отдела, 3 музея. Он имеет колоссальную научную базу. Здесь работают 28 академиков и членов-корреспондентов, 81 доктор и 204 кандидата наук. В Институте проводятся фундаментальные и прикладные исследования по всестороннему изучению и освоению недр Земли, а также рациональному использованию природных ресурсов, в том числе по программам международного, государственного, отраслевого и регионального значения.

В институте традиционно широко осуществляется интеграция с академической наукой, являющаяся неотъемлемой частью подготовки высококвалифицированных специалистов и направленная, прежде всего, на повышение уровня образовательного процесса. Институт успешно осуществляет многоуровневую систему подготовки, в том числе подготовку бакалавров (восемь направлений), магистров (21 программа) и дипломированных специалистов (15 специальностей на очной форме обучения и 9 – на заочной); готовит кандидатов наук по 25 специальностям и докторов наук по восьми специальностям. Работают пять диссертационных Советов, которые принимают к защите кандидатские и докторские диссертации по 14 специальностям. В Институте природных ресурсов ведётся подготовка магистров по двум программам уровня Double Degree:

- «Геолого-геофизические проблемы освоения месторождений нефти и газа» (Hariat-Watt University, Великобритания);



Фото 2. 20 корпус ТПУ. Институт природных ресурсов

• «Экологические проблемы окружающей среды» (Paris-Sud 11 University, Франция). Накануне прошла первая защита этой программы. На будущий год намерены защититься еще десять магистрантов, среди них и студенты ТПУ, и французские студенты Университета Париж-11. В институте созданы передовые лаборатории и уникальные инновационные центры для научных исследований и опережающей подготовки специалистов мирового уровня по наиболее актуальным



Фото 3. Защита магистерских диссертаций в зале 3D визуализации в инновационно-научно-образовательном центре профессиональной переподготовки специалистов нефтегазового дела ИПР ТПУ - совместный проект с Herriot-Watt университетом, Великобритания

проблемам минерально-сырьевого комплекса. Это Центр урановой геологии, Центр опережающей подготовки специалистов трубопроводного транспорта нефти и газа, Центр подготовки и переподготовки специалистов нефтегазового дела, Научно-инновационный центр космогеологических исследований «Космогеология» и другие.

Выбирая Институт природных ресурсов, наши студенты знают, что тем самым они гарантируют себе успешное будущее. Перспективы перед ними открываются огромные, нужно только старательно учиться. Что и говорить, свыше 90 процентов выпускников Института трудоустраиваются по распределению. И спрос на этих специалистов в настоящее время превышает предложение. В среднем на каждого выпускника приходится по 3-4 заявки от предприятий, на некоторых специальностях число заявок достигает 15!

Институт постоянно развивается. Совершенствуются учебные программы, приглашаются иностранные специалисты, разрабатываются новые программы повышения квалификации, открываются новые научно-исследовательские лаборатории. Среди крупных проектов ТПУ, реализованных в последние годы, особенно хочется отметить завершение строительства нового 20-го корпуса, в котором сегодня располагается большинство кафедр Института природных ресурсов. Всего в распоряжении Института сегодня находятся 4 учебных корпуса. Существенно обновилась материально-техническая база, приобретено множество нового современного и уникального оборудования. Это стало возможным благодаря дополнительному финансированию сначала по инновационной образовательной программе, а затем благодаря присвоению ТПУ статуса Национального исследовательского. Большую роль в оснащении Института сыграла и поддержка таких компаний как ОАО «Газпром», ОАО «Томскнефть» ВНК, «Империл Энерджи», «Шлюмберже», ОАО «Центрсибнефтепровод» и других. Вообще сотрудничеству с ведущими российскими и зарубежными компаниями в области подготовки кадров в Институте природных ресурсов уделяется большое внимание. Это не только оснащение учебных аудиторий и лабораторий, гранты студентам и преподавателям, стипендии студентам, практики и трудоустройство. И это естественно. Ведь мы не можем быть в отрыве от той отрасли, для которой готовим специалистов. Наша задача не просто обучить студента, а подготовить высококлассного профессионала, который будет конкурентоспособен в отраслях минерально-сырьевого комплекса и в науке. Институт гордится подготовленными в последние годы семью студентами - Лауреатами Российской Академии наук за свои научные разработки; ежегодными победами в конкурсах «Лучший выпускник России» по специальностям минерально-сырьевого комплекса и лауреатами международных конкурсов «Золотой резерв нефтегаза» и др. Сегодня активно ведутся переговоры с ведущими компаниями нефтегазовой отрасли по выработке компетенций будущих выпускников. Это позволит еще больше приблизить уровень подготовки наших студентов к запросам их будущих работодателей.

Мы прекрасно понимаем, для того чтобы оставаться в лидерах, рано почивать на лаврах. Как только мы остановимся, сделаем паузу, мы неизменно отстанем. Современное образовательное учреждение должно непременно быть гибким и быстро реагировать на меняющиеся запросы рынка, работать в связке с ведущими предприятиями нефтегазовой отрасли и другими отраслями по освоению природных ресурсов. Именно в этом ключе в Институте реализуется несколько ключевых проектов. Первый - развитие Центра подготовки и переподготовки специалистов нефтегазового дела. Его цель - разработка и коммерциализация технологий поисков, бурения и добычи углеводородов на базе разработок ТПУ, ориентированных на повышение эффективности эксплуатации месторождений нефти и газа; подготовка профессиональной элиты для национальной экономики; совершенствование имеющихся и открытие новых образовательных программ. Сегодня по этому направлению сделано уже немало. Созданы: лаборатория геологического и



Фото 4. Профессор С.Н. Харламов читает лекцию студентам в международной научно-образовательной лаборатории «Нефтегазовая гидродинамика и теплообмен» ИПР ТПУ

гидродинамического моделирования, выполнены первые научно-исследовательские работы, лаборатория исследования петрофизических свойств горных пород; лаборатория тампонажных и буровых растворов. Совместно с другими подразделениями проведены работы в рамках технологической платформы «Технологии добычи и использования углеводородов» в рамках ПИР ОАО «НК «Роснефть» и ОАО «Газпром».

Еще один ключевой для Института проект - создание Научно-образовательного Центра «ХИМТЕК» ТПУ-СИБУР. Цель проекта в создании и организации работы Научно-образовательного центра целевой подготовки и переподготовки специалистов для крупных промышленных компаний химической отрасли, в первую очередь - ЗАО «СИБУР Холдинг». В рамках проекта в ИПР совместно с ООО «НИОСТ» создана



Фото 5. Профессор А.А. Бакибаев занимается исследованиями с аспирантами в научно-образовательном центре «Биотехнология» ИПР ТПУ

Международная лаборатория термореактивных полимеров, которую возглавил ведущий специалист из Бельгии Дирк Верваке. Благодаря созданию центра «ХИМТЕК» ТПУ-СИБУР в Институте будет создана система непрерывной профессиональной подготовки и переподготовки специалистов разных уровней квалификации для обеспечения высококвалифицированными конкурентоспособными кадрами R&D центров и промышленных предприятий ЗАО «СИБУР Холдинг» и других компаний нефтехимической отрасли; будут разрабатываться перспективные полимерные материалы и технологии повышения качества топлива.

Третий ключевой проект на перспективу – создание Центра фармацевтической и биотехнологической промышленности. Сегодня этот проект, который Институт реализует совместно с крупнейшей российской фармацевтической компанией ЗАО «Р-Фарм», получил одобрение на самом высоком уровне и заручился поддержкой президента России Владимира Путина. Благодаря этому

именно на базе Института природных ресурсов будет создана федеральная инновационная площадка. Цель этого амбициозного проекта - разработка технологий переработки перспективных природных источников для создания лекарственных средств; создание национальной системы подготовки профессионалов для инновационной фармацевтической и биотехнологической отрасли.

Во все времена существования Института его работа была неразрывно связана с жизнью и запросами Томской области. Сегодня, благодаря выбранным направлениям подготовки специалистов и научно-исследовательской деятельности, он отвечает всем интересам области в сфере нефтегазового комплекса, так необходимого для Томской области, богатого углеводородным сырьем. Конечно, всестороннее развитие Института природных ресурсов было бы невозможно без поддержки руководства области. Из крупномасштабных событий последних лет, в жизни политехнического одним из самых заметных является открытие «Аллеи геологов», первой в Сибири. Реализовать этот проект удалось лишь при участии областной администрации и томских недропользователей. Церемония открытия первой очереди состоялась в ноябре 2008 года возле исторического горного корпуса ТПУ. Памятная Аллея неслучайно расположилась в этом месте. Именно из этих стен и вышли первые горные инженеры, выдающиеся первооткрыватели и основатели Института природных ресурсов.

Композиция Аллеи из мемориальных досок, памятников и бюстов рассказывает о славной истории Сибирской горно-геологической школы, ее основателях, ее учениках. В сентябре прошлого года была открыта вторая очередь этого архитектурно-ландшафтного комплекса. В этом году образ «Аллеи геологов» будет завершен, на ней появится мемориальный камень посвященный первооткрывателям месторождений Томской области. Это место уже стало излюбленным местом встреч не только для наших студентов, но для всех томичей.

Используя многолетние традиции, опыт и высочайший потенциал за очень короткий срок Институт природных ресурсов за очень короткий срок стал одним из самых успешных и перспективных научно-образовательных подразделений Национального исследовательского Томского политехнического университета. Мы уверены, что не только в прошлом, но и в будущем, в истории Института будет вписано еще немало достойных страниц.



Фото 6. Научные исследования ведут студенты в международном инновационном-научно-образовательном центре «Урановая геология» ИПР ТПУ на сканирующем электронном микроскопе HitachiS-3400N с приставкой для микроанализа

ХАЛФИН ЛЕОНТИЙ ЛЕОНТЬЕВИЧ – УЧЕНЫЙ И ПЕДАГОГ, ЗАСЛУЖЕННЫЙ ДЕЯТЕЛЬ НАУКИ И ТЕХНИКИ

(К 110 ЛЕТИЮ СО ДНЯ РОЖДЕНИЯ ПРОФЕССОРА Л.Л. ХАЛФИНА)

Э.Д. Рябчикова, И.В. Рычкова, доценты

Национальный исследовательский Томский политехнический университет
г. Томск, Россия



Леонтий Леонтьевич Халфин родился 18 декабря 1902 г. в с. Пуштулим Ельцовской волости Бийского уезда Томской губернии (ныне Алтайский край) в семье сельского торговца. В 1908-1914 гг. учился в начальной школе, а в 1914-1921 гг. – в гимназии. Получив среднее образование, работал в 1921-1923 гг. в отделе народного образования библиотекарем, инструктором политического просвещения, учителем.

С августа 1923 г. по август 1963 г. жизнь и деятельность Л.Л. Халфина связана с Томским политехническим институтом. В 1923-1929 гг. он учился в Сибирском Технологическом институте (ныне ТПУ), на горном факультете, после окончания которого, получил квалификацию горного инженера-геолога. В 1929 г. Леонтий Леонтьевич был оставлен в этом же институте в качестве ассистента, а с 1934 г. он работал доцентом кафедры палеонтологии и исторической геологии. В 1937 г. Л.Л. Халфин защитил кандидатскую диссертацию по верхнему девону Колывань-Томской складчатой зоны и северной окраины Кузбасса. Ему была присвоена ученая степень кандидата геолого-минералогических наук.

В 1942 г. Л.Л. Халфин закончил большую трехтомную монографию по брахиоподам девона Алтая и защитил ее как докторскую диссертацию. В этом же году был утвержден в ученом звании профессора по кафедре исторической геологии и палеонтологии.

С 1942 по 1944 гг. он стал деканом геологоразведочного факультета ТПИ. В 1947-1952 гг. Леонтий Леонтьевич заведовал кафедрой исторической геологии и каустобиолитов. Когда в 1952 г. кафедра каустобиолитов отделяется в самостоятельную, то Л.Л. Халфин до 1963 г. возглавляет кафедру исторической геологии.

За годы работы под руководством Л.Л. Халфина и при его непосредственном участии на кафедре проводились научные исследования в области: теоретических вопросов стратиграфии и палеонтологии; палеонтологии и стратиграфии кембрия Западной Сибири; палеонтологии и стратиграфии девона Кузбасса и Алтая; палеонтологии и стратиграфии угленосных отложений Кузбасса; палеонтологии и стратиграфии континентального мезозоя Сибири.

К осуществлению работ в различных научных направлениях привлекался весь коллектив кафедры и большое количество сотрудников из геологических учреждений.

Л.Л. Халфиным и его коллективом описаны многочисленные коллекции ископаемых организмов Сибири. Описаны десятки новых родов и сотни новых видов фауны и флоры не известных ранее науке. Л.Л. Халфин осуществлял руководство и редакцию таких сборников и сводок:

- «Вопросы геологии Кузбасса», Т. I (1956), Т. II (1959);

- «Атлас руководящих форм ископаемой флоры и фауны Западной Сибири» Т. I и Т. II (1956). Этот «Атлас...» получил широкое распространение не только в Советском Союзе, но и за границей. Это первая региональная сводка, где описывается 35 родов и 2708 видов, из них 33 рода и 1777 видов – новые;

- «Биостратиграфия палеозоя Саяно-Алтайской области». Ее объем свыше 175 п. л. Все три тома изданы в 1960-1961 гг. В работе принимали участие 77 авторов.

Л.Л. Халфин был автором многочисленных статей, наиболее значимыми из которых были: «Сибирский девон и группа *Spirifer cheehiel* Kon.», «Среднедевонские брахиоподы с Лебедянского, Анжеро-Судженского района», «Материалы для изучения фауны пелелипод кольчугинской свиты Кузнецкого каменноугольного бассейна», «Нижнедевонские *Spiriferidae* северного Алтая», «Фауна и стратиграфия девонских отложений Горного Алтая», «Пластинчатожаберные моллюски Бойдаевского месторождения (Кузбасс), «Заметки о фауне красноярских песчаников Кузнецкого бассейна», «Об опорных палеонтологических горизонтах и границах на примере стратиграфии Кузнецкого бассейна», «К дискуссии о стратиграфии угленосных отложений Кузнецкого бассейна», «*Cirravus novojilovi* sp.n.», «О пелелиподах соловыхинского известняка Горного Алтая».

В 1956 г. на Межведомственном стратиграфическом совещании в г. Ленинграде стратиграфическая схема угленосных отложений Кузбасса, разработанная под руководством Л.Л. Халфина, была утверждена в качестве унифицированной.

Л.Л. Халфин был членом Межведомственного стратиграфического комитета СССР и входил в состав бюро Девонской комиссии этого комитета. Он лично и его ученики давали консультации, писали рецензии и заключения геологическим и научно-исследовательским учреждениям. Он организовывал ежегодные научные совещания и конференции регионального и союзного масштаба, где выступал с докладами сам и его ученики (А.Г. Сивов, И.В. Лебедев, Р.Н. Бенедиктова, С.Г. Горелова, С.А. Бетехтина, А.П. Щеглов, Р.М. Грицианова, А.А. Курбатова, М.Д. Парфенова, Н.И. Куликов и др.).

Одновременно с большой научно-исследовательской и организаторской работой Л.Л. Халфин активно вел учебно-методическую работу. На кафедре был организован четко и по-деловому учебный процесс, заметное внимание уделялось успеваемости и научно-исследовательской работе студентов.

Под его руководством осваивались и читались новые курсы учебных дисциплин, организовывались новые темы и курсы лабораторных занятий, создавались методические и учебные пособия.

Л.Л. Халфин никогда не останавливался на достигнутом, его душа и ум постоянно были заняты новыми идеями. Он обладал необыкновенным чутьем и незаурядными педагогическими способностями. У Леонтия Леонтьевича всегда было много аспирантов, которые впоследствии защитили кандидатские и докторские диссертации. Он очень хорошо разбирался в людях и всегда умело находил удачную тематику для каждого из своих подопечных. Он опекал каждого, при удачах в меру хвалил и поздравлял с малейшим успехом, а при неудаче – без нотаций поддерживал и вдохновлял. Л.Л. Халфин присутствовал на лекциях и лабораторных занятиях своих подопечных, после чего тщательно разбирал проведенное занятие. Доброжелательно, спокойно отмечал ошибки.

Л.Л. Халфин был прекрасным лектором. На лекцию лучше было приходиться заранее, чтобы занять излюбленное место, так как аудитория обычно была заполнена до отказа. До начала лекции приходил лаборант и приносил палеонтологические таблицы, рисунки, готовил аудитории к приходу лектора. Затем точно по звонку, всегда вовремя, входил профессор Халфин. Высокий стройный, прямой, аккуратно одетый в строгий костюм – истинный интеллигент, служитель науки. Выкладывал на кафедру конспект, но практически им не пользовался. Продуманность, методичность, последовательность изложения материала, доказательность каждого теоретического положения, многочисленные примеры, подтверждавшие геологическую значимость предмета, четкие рисунки с подписями – вот далеко не полный перечень положительных сторон лекций Л.Л. Халфина. Студенты слушали его лекции с огромным вниманием, вели конспекты и запомнили его лекции надолго. Леонтий Леонтьевич часто повторял на лекциях: «Если вы мне не ответите на экзамене хоть одну руководящую форму, считайте, что это ваш последний день в институте».

Л.Л. Халфин был прекрасным семьянином, нежно любил жену, детей и свою сестру Марию Леонтьевну Халфину, писательницу.

С августа 1963 г. по 1977 г. Л.Л. Халфин работал в Новосибирске в Сибирском научно-исследовательском институте геологии, геофизики и минерального сырья в должности старшего научного сотрудника, заведующего сектором палеонтологии.

За многолетнюю и плодотворную научно-исследовательскую и педагогическую работу Л.Л. Халфин был награжден двумя орденами Трудового Красного Знамени, орденом «Знак Почета», медалью «За доблестный труд в Великой Отечественной войне», ему было присвоено в 1959 г. почетное звание Заслуженного деятеля науки и техники РСФСР. В 1-ом корпусе ТПУ, в память о Л.Л. Халфине установлена мемориальная доска.

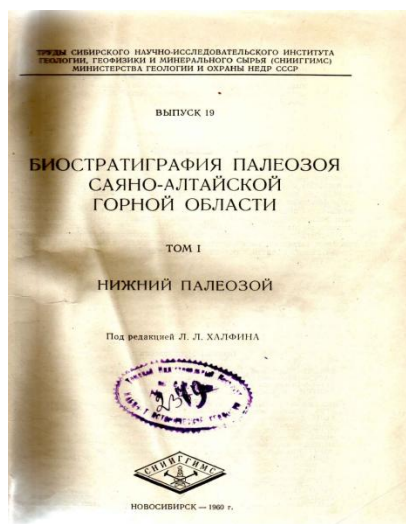
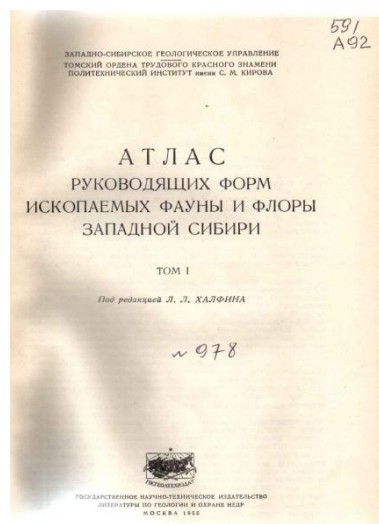


Рис. 1 Труды сотрудников кафедры исторической геологии, выпущенные под руководством Л.Л. Халфина



*Рис. 2 Состав кафедры исторической геологии в 1957 г.
Первый ряд: О.А. Бетехтина, Л.Л. Халфин, А.Г. Сивов, Р.Н. Бенедиктова. Второй ряд: Ю.В. Степанов, А.А. Курбатова, М.Д. Парфенова, Г.М. Аксенова, З.Г. Полякова, А.П. Щеглов*



Рис. 3 Халфин Л.Л. (45 лет) с детьми, Ираиде - 12 лет, Сергеже – 13 лет



Рис. 4 Халфин Л.Л. на отдыхе

**НАУЧНЫМ МОЛОДЕЖНЫМ КОНФЕРЕНЦИЯМ И СИМПОЗИУМАМ ИМ. АКАДЕМИКА
М.А. УСОВА «ПРОБЛЕМЫ ГЕОЛОГИИ И ОСВОЕНИЯ НЕДР» – 40 ЛЕТ**
Г.М. Иванова, доцент, заместитель начальника Научного отдела ИПР
*Национальный исследовательский Томский политехнический университет,
г. Томск, Россия*



Рис. 1. Михаил Антонович Усов – бывший студент ТПУ (ТТИ), профессор, первый академик в Сибири, основатель Сибгеолкома, геологической службы и горнодобывающей промышленности в Сибири

Система воспитания творческого высококлассного специалиста была заложена ещё 110 лет назад основателем геологоразведочного факультета (ныне Института природных ресурсов) Томского политехнического университета – талантливыми учеными, педагогами, организаторами – академиками В.А. Обручевым и М.А. Усовым. С их именами связано создание Сибирской горно-геологической школы, организация подготовки инженерных кадров за Уралом и становление горнодобывающей промышленности в Сибири. Эти выдающиеся ученые-педагоги заложили подготовку специалистов в тесной взаимосвязи: наука – учебный процесс – производство. Последующие поколения их учеников и последователей бережно сохранило и развило традиции своих учителей вплоть до сегодняшних дней XXI века.

В Институте природных ресурсов (ранее ГРФ, ИГНД) уже в начале прошлого века стали проводиться научные студенческие конференции, которые приобрели ежегодный Всероссийский, а затем и Международный статус, сыгравшие большую роль в воспитании творческих специалистов. С годами они переросли помимо конференций и «круглых столов» в крупные научные симпозиумы и Форумы, включавшие в себя конкурсы научных работ, выставки, сопровождающиеся изданием сборников научных трудов. Такие конференции и симпозиумы сыграли большую роль в развитии НИРС, популяризации престижа научной деятельности среди молодежи, подготовке

высококвалифицированных специалистов и воспитании творческой личности. Студенческие, а затем молодежные симпозиумы были посвящены памяти академика М.А. Усова.

Михаил Антонович Усов – бывший студент ТПУ (ТТИ), ученик профессора В.А. Обручева. Это первый академик в Сибири, основатель Сибгеолкома, геологической службы и горнодобывающей промышленности в Сибири, сыгравший большую роль в становлении Сибирской горно-геологической школы и в формировании и развитии горно-геологического образования в Сибири, в частности в ТПУ (ТТИ).

Первая научная студенческая геологическая конференция была организована и проведена в 1946 г.



Рис. 2. Первый корпус ТПУ (горно-геологический) с памятником М.А. Усову

В 1950-70-гг. почти ежегодно проходили факультетские научные студенческие геологические конференции.



Рис. 3. 1966 г. Л.П. Рихванов – студент II курса ГРФ, выступает с докладом на студенческой конференции. В настоящее время он – д.г.-м.н., профессор ИПР ТПУ, Заслуженный деятель науки и техники РФ



Рис. 4. 1971 г. Е.В. Черняев – студент II курса ГРФ, выступает с докладом на студенческой конференции. В настоящее время он –к.г.-м.н., директор и создатель Геоцентра ТПУ

С 1972 по 1974 гг. проводятся ежегодно научные студенческие Всесоюзные геологические конференции.



Рис. 5. 1974 г. А.К. Мазуров, студент 5 курса ГРФ, готовится к выступлению на научной студенческой конференции. В настоящее время он – д.г.-м.н., профессор, Почетный разведчик недр РФ и Р. Казахстана, Заслуженный деятель науки и техники РФ, проректор ТПУ



Рис. 6. 1976 г. Открытие Всесоюзной научной студенческой конференции имени М.А. Усова. В Президиуме: профессор Д.С. Миков, зав. кафедрой геофизики; В.В. Хитров, студент V курса ГРФ, лауреат медали АН СССР за НИРС; Е.Г. Язиков, председатель Студенческого Совета НИРС ГРФ; выступает Г.М. Иванова, доцент, зам. декана по НИРС



Рис. 7. Е.Г. Язиков – студент, Председатель студенческого Совета НИРС, с 1974 -1977 гг. – организатор всесоюзных студенческих конференций. В настоящее время – д.г.-м.н, профессор, проректор ТПУ, зав. кафедрой ГЭГХ ИПР ТПУ

С 1972 по 1996 гг. уже ежегодно проводилась Всесоюзная научная студенческая конференция. Ей присвоено имя академика М.А. Усова.

С 1972 по 1992 гг. Всероссийскую студенческую геологическую конференцию имени академика М.А.Усова организовывал Студенческий Совет НИРС. Преподаватели выполняли только обязанности научных руководителей. Пленарные и секционные заседания вели студенты.

Студенты-организаторы устанавливали связи с геологическими вузами СССР. Распространяли среди студентов ГРФ ТПУ (ТПИ), ТГУ, ТГАСУ информацию о конференции по радио в общежитиях, в газетах, делали объявления. Организовывали встречи с иногородними студентами, экскурсии для них. Шествовали над приезжими студентами, организовали концерт для участников конференции. Организовывали награждения лучших докладчиков дипломами, подарками и сувенирами. Студенты ГРФ организовывали после окончания конференций Вечера встречи со студентами других вузов в ДК ТПИ.

В 1992-1996 гг. после разрушения СССР и ликвидации в ВУЗах и в стране организационных структур НИРС на Ученом Совете ГРФ ТПУ (ТПИ) было принято решение продолжать проводить ежегодно традиционные научные студенческие конференции им. М. А. Усова. На ГРФ ТПУ (ТПИ), несмотря на все сложности в стране, разрыва в проведении Усовских конференций никогда не было.



Рис. 8. 1982 г. Декан ГРФ ТПУ Б.И. Спиридонов открывает научную студенческую конференцию им. М.А. Усова



Рис. 10. 1979 год. Председатель Студенческого Совета НИРС Е. Бауэр и член Студенческого Совета НИРС А. Адекаев за подготовкой к Всероссийской студенческой конференции. Помогает им зам. декана ГРФ по НИРС доцент Г.М. Иванова

В 1996 г. на базе ИПР ТПУ (ГРФ ТПИ) был организован первый в стране Международный научный симпозиум им М.А. Усова "Молодежь и проблемы геологии" в рамках Международного конгресса студентов, аспирантов и молодых ученых "Молодежь и наука – третье тысячелетие".



Рис. 11. 1996 год. Открывает I Международный симпозиум им академика М.А. Усова проректор ТПУ В.Я. Ушаков; председатель симпозиума – декан ГРФ Б.И. Спиридонов



Рис. 12. 1996 год – На открытии I Международного симпозиума им. М.А. Усова, который сопровождался выставкой научных достижений молодежи

9–12 декабря 1996 г. – I Международный научный симпозиум им академика М.А. Усова "Проблемы геологии и освоения недр" был посвящен 100-летию основания ТПУ (ТПИ). В нем приняли участие 27 ВУЗов, научных и производственных организаций России и стран СНГ, представители Китая и США. Был проведен круглый стол по теме: «Молодежь. Наука. Проблемы».

С 1996 г. – по настоящее время:

1. Ежегодно издается сборник научных трудов Международного симпозиума студентов и молодых ученых им академика М. А. Усова «Проблемы геологии и освоения недр».
2. Организацию и проведение симпозиумов возглавили преподаватели и сотрудники Института (факультета) – ИПР (ГРФ).
3. В рамках симпозиума проводятся традиционные выставки научных достижений студентов и молодых ученых.
4. В рамках симпозиума проводятся конкурсы на «Лучший научный доклад».
5. Каждый симпозиум посвящается Юбилейным датам ТПУ и ИПР и выдающимся ученым-выпускникам ИПР.



Рис. 13. 1996 год. Участники I Международного симпозиума им. М.А. Усова знакомятся с выставкой научных достижений студентов

7-10 апреля 1997 года – был проведен II Международный научный симпозиум им. академика М. А. Усова "Проблемы геологии и освоения недр". Заслушано 302 доклада 337 авторов-представителей ВУЗов, научных и производственных организаций, включая Российскую академию наук и ее филиалы из 23 городов России и др. стран СНГ, а также представители Норвегии, Сирии, Китая, Марокко.



Рис. 14. 1997 год. Награждение лауреатов на закрытии II Международного симпозиума им. М.А Усова



Рис. 15. 1998 год. Муса Кхалаф (Сирия) выступает с докладом на II Международном симпозиуме им. М.А Усова

13–25 апреля 1999 проводится III Международный научный симпозиум им академика А. М. Усова "Проблемы геологии и освоения недр", который проходил в рамках российской научно-социальной программы для молодежи и школьников «Шаг в будущее». Посвящен он был 100-летию со дня рождения академика К. И. Сатпаева, бывшего студента, выпускника ГРФ, академика и создателя Казахской академии наук. 1999 год – по решению Юнеско при организации ООН данный год был объявлен годом академика К. И. Сатпаева. На симпозиуме было заслушано 428 докладов из 34 городов России и стран СНГ.

Работало одновременно 9 секций и 5 подсекций.



Рис. 16. 1999 год. Выступает А.Г. Лене, лучший студент ТПУ, на секции «Нефтегазопромысловая техника и её совершенствование». III Международный научный симпозиум им. академика М.А. Усова



Рис. 17. 1999 год. Заседание секции «Бурение нефтяных и газовых скважин» на III Международном научном симпозиуме им. академика М.А. Усова



Рис. 18. 1999 год. Вручение наград студентам и молодым ученым за лучшие доклады на III Международном научном симпозиуме им. академика М.А. Усова (1999 год). Вручает награду зав. кафедрой БНГС П.С. Чубик (ныне ректор ТПУ) аспиранту А.Ю. Дмитриеву (ныне проректору-директору ИПР). В президиуме – зам. декана по НИРС доцент Г.М. Иванова и декан ГНФ Б.И. Спиридонов

3-7 апреля 2000 г. был проведен IV Международный научный симпозиум им академика М. А. Усова "Проблемы геологии и освоения недр", посвященный 100-летию со дня открытия ТПУ. Заслушано 503 доклада 628 авторов из 36 городов России и стран СНГ, а также из Германии, Китая, Судана.



Рис. 19. 2000 год. Работа секции «Палеонтология, стратиграфия и региональная геология» на IV Международном научном симпозиуме им. академика М.А. Усова

9 – 13 апреля 2001 года проводится V Международный научный симпозиум им академика М.А. Усова "Проблемы геологии и освоения недр", посвященный 100-летию горно-геологического образования в Сибири. Заслушан 341 доклад 359 авторов. Представлено 140 стендовых докладов. На симпозиум приехали представители 19 городов России и стран СНГ, а также из Германии, Алжира и Китая.



Рис. 20. 2001 год. Закрытие V Международного научного симпозиума им. академика М.А. Усова. Награждение лауреатов симпозиума.

1–5 апреля 2002 года проводится VI Международный научный симпозиум им академика М.А. Усова "Проблемы геологии и освоения недр", посвященный 100-летию со дня рождения Заслуженного деятеля науки и техники Л. Л. Халфина и 30-летию проведения молодежных научных конференций имени академика М.А. Усова. Заслушаны 497 докладов 513 авторов из 17 городов России и стран СНГ, а также из Германии и Китая.



Рис. 21. 2002 год. Открывает VI Международный научный симпозиум им. академика М.А. Усова директор ИГНД (ИПР) профессор Кривошеев В.В. В президиуме: проректор по НРиИ профессор В.А. Власов и зам. директора ИГНД по НИРСиМУ доцент Г.М. Иванова.



Рис. 22. 2002 год. Участники VI Международного симпозиума им. академика М.А. Усова знакомятся с выставкой научных достижений молодежи ИГНД



Рис. 23. 2002 год. Работа секции «Современная нефтегазопромысловая техника и её совершенствование» на VI Международном научном симпозиуме им. академика М.А. Усова

14 – 18 апреля 2003 года проводится VII Международный научный симпозиум им академика М.А.Усова "Проблемы геологии и освоения недр", посвященный 140-летию со дня рождения лауреата Ленинской премии и Государственной премии СССР академика В. А. Обручева. Заслушаны 621 доклад 642 авторов. Участвовали представители 48 ВУЗов и научных институтов России, в том числе РАН. Участники прибыли из 23 городов России и стран СНГ.



Рис. 24. 2003 год. Заслуженный деятель науки и техники РФ, профессор С.С. Сулакишин беседует со студентами Санкт-Петербургского государственного горного университета на VII Международном научном симпозиуме им. академика М.А. Усова



Рис. 25. 2003 год. Работа VII Международного научного симпозиума им. академика М.А. Усова



Рис. 24. 2004 год. Открывает VIII Международный научный симпозиум им. академика М.А. Усова проректор ТПУ (ныне ректор ТПУ) П.С. Чубик. В президиуме проректор ТПУ по НРИИ В.А. Власов, зам. директора ИГНД по НИРСиМУ Г.М. Иванова и зам. мэра г. Томска по НИРСиМУ Г.М. Иванова



Рис. 27. 2004 год. Выступают студенты на секции «Технология и техника разведки МПИ» на VIII Международном научном симпозиуме им. академика М.А. Усова

11 – 15 апреля 2005 года проходит IX Международный научный симпозиум им. академика М.А. Усова "Проблемы геологии и освоения недр", посвященный 60-летию победы Советского народа над фашизмом в Великой Отечественной войне 1941-1945 гг. Заслушаны 586 докладов 598 авторов. Приняли участие 48 ВУЗов и НИИ, а также представители из Вьетнама и Кипра.



Рис. 28. 2005 год. Награждение Лауреатов VIII Международного научного симпозиума им. академика М.А. Усова



Рис. 29. 2005 год. Работа секции «Геоэкология» на IX Международном симпозиуме им. академика М.А. Усова

3 – 8 апреля 2006 года состоялся X Международный научный симпозиум им. академика М.А. Усова "Проблемы геологии и освоения недр", посвященный 100-летию первого выпуска сибирских инженеров и 100-летию основания ТПУ. Заслушаны 590 докладов 510 авторов из 44 городов России и стран СНГ, а также из Вьетнама и США.



Рис. 30. 2006 год. X Международный симпозиум им. академика М.А. Усова открывает директор ИГНД, профессор А.К. Мазуров



Рис. 31. 2006 год. Участники X Международного симпозиума им. академика М.А. Усова знакомятся с выставкой научных достижений студентов ИГНД



Рис. 33. 2006 год. Работа секции «Геология и нефтегазовое дело» на английском языке на X Международном симпозиуме им. академика М.А. Усова



Рис. 32. 2006 год. Закрытие X Международного симпозиума им. академика М.А. Усова

9 – 14 апреля 2007 был проведен XI Международный научный симпозиум им академика М.А.Усова "Проблемы геологии и освоения недр", посвященный 80-летию академика, Президента Международного горного конгресса, лауреата государственной премии СССР М. И. Щадова. Заслушаны 698 докладов 730 авторов из 38 городов России и стран СНГ, 45 ВУЗов и НИИ, а также из Вьетнама, США, Германии.



Рис. 34. 2007 год. На закрытии XI Международного симпозиума им. академика М.А. Усова



Рис. 35. 2007 год. Лауреаты XI Международного симпозиума им. академика М.А. Усова секции «Гидрогеология и инженерная геология»

14 – 17 апреля 2008 года состоялся XII Международный научный симпозиум им академика М.А. Усова "Проблемы геологии и освоения недр", посвященный 90-летию созданию Сибгеолкома России и 100-летию первого выпуска горных инженеров в Сибири. Заслушаны 700 докладов 745 авторов. Участвовали 47 ВУЗов и НИИ из 42 городов России и стран СНГ, а также из Венгрии, Чехии, Вьетнама, Германии.



Рис. 36. 2008 год. Ректор ТПУ профессор Ю.С. Похолков открывает XII Международный научный симпозиум им академика М.А. Усова



Рис. 37. 2008 год. Участники XII Международного симпозиума им. академика М.А. Усова знакомятся с выставкой научных достижений студентов ИГНД (2008 год)



Рис. 38. 2008 год. Выступление с докладом на секции «Геология нефти и газа» на XII Международном научном симпозиум им академика М.А. Усова



Рис. 39. 2008 год. Закрытие XII Международного научного симпозиума им академика М.А. Усова

6 – 11 апреля 2009 года прошел VIII Международный научный симпозиум им академика М.А. Усова "Проблемы геологии и освоения недр", посвященный 110-летию со дня рождения профессора, лауреата Государственной премии СССР К.В. Радугина. Заслушаны 698 докладов 758 авторов. Участвовали представители 46 ВУЗов и НИИ, а также РАН из 35 городов России и стран СНГ, а также из Венгрии, Чехии, Вьетнама, Германии, США, Франции.



Рис. 40. 2009 год. Ректор ТПУ профессор П.С. Чубик открывает XIII Международный научный симпозиум им академика М.А. Усова



Рис. 41. 2009 год. Работа секции «Горное дело» на XII Международном научном симпозиуме им академика М.А. Усова

5 – 9 апреля 2010 года был проведен XIV Международный научный симпозиум им академика М.А. Усова "Проблемы геологии и освоения недр", посвященный 65-летию Победы Советского народа над фашистской Германией в Великой Отечественной войне 1941-1945 гг. Заслушаны 886 докладов 983 авторов. Участвовали представители 50 ВУЗов и НИИ, а также РАН и ее филиалов. Представители дальнего зарубежья – Вьетнама, Чехии, Венгрии, Германии, США, Франции.

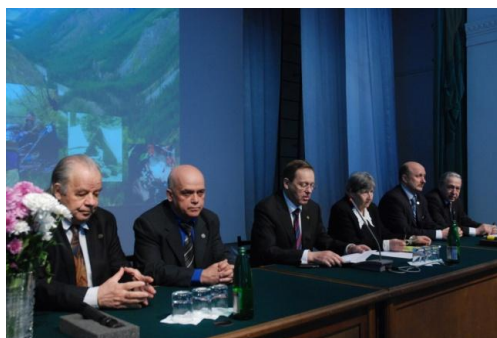


Рис. 42. 2010 год. Открытие XIV Международного научного симпозиума им академика М.А. Усова



Рис. 43. 2010 год. Студенты на выставке научных достижений молодежи ИПР. XIV Международный научный симпозиум им академика М.А. Усова



Рис. 44. 2010 год. Лауреаты секции «Геоэкология» после награждения на XIV Международном научном симпозиуме им академика М.А. Усова

4 – 8 апреля 2011 года прошел XV Международный научный симпозиум им академика М.А. Усова "Проблемы геологии и освоения недр", посвященный 110-летию со дня основания горно-геологического образования в Сибири. Заслушаны 978 докладов 970 авторов из 48 ВУЗов и НИИ из городов России и стран СНГ, а также Индии, Германии, Венгрии, Чехии, Вьетнама, США, Китая, Франции.



Рис. 45. 2011 год. XV Международный научный симпозиум им. академика М.А. Усова открывает проректор-директор ИПР А.К. Мазуров



Рис. 46. 2011 год. Студенты из Индии Камал Гандра и Виджий Кумар на XV Международном научном симпозиуме им. академика М.А. Усова



Рис. 47. 2011 год. Студентка Зайцева Д.К. – Лауреат XV Международного научного симпозиума им. академика М.А. Усова на секции «Экономика минерального и углеводородного сырья. Горное право», Лучшая студентка ТПУ и Лучший выпускник России по своей специальности.



Рис. 48. 2011 год. Праздничный концерт на закрытии XV Международного симпозиума им. академика М.А. Усова

2–7 апреля 2012 года состоялся юбилейный XV Международный научный симпозиум им академика М.А. Усова "Проблемы геологии и освоения недр", посвященный 110-летию со дня рождения профессора, Заслуженного деятеля науки и техники России Л.Л. Халфина и 40-летию научных молодежных симпозиумов академика им. М.А. Усова «Проблемы геологии и освоения недр». Заявлено 989 докладов 1020 авторов из 52 ВУЗов и НИИ и представители РАН из городов России и стран СНГ, а также из Англии, Индии, Германии, Венгрии, Чехии, США, Франции. Работала 21 секция и круглый стол.



Рис. 49. 2012 год. Награждение лауреатов XVI Международного научного симпозиума им академика М.А. Усова (2012 г.)



Рис. 50. 2012 год. Выступает магистрант А.М. Гориков на секции «Современные технологии и техника разработки нефтяных и газовых месторождений». XVI Международный научный симпозиум им академика М.А. Усова (2012г.)



Рис. 51. 2012 год. Лауреаты секции «Месторождения полезных ископаемых. Методика поисков и разведки МПИ». XVI Международный научный симпозиум им академика М.А. Усова (2012г.)

Сегодня Международный научный симпозиум им. академика М.А. Усова студентов и молодых ученых «Проблемы геологии и освоения недр» представляет собой крупный научный геологический молодежный Форум, имеющий немалый авторитет в стране.

Уникальность симпозиума состоит в том, что он многопрофильный в науках о Земле и, включая также все, что связано не только с исследованием недр Земли, но и их освоением.

Научные направления 21 секций охватывает сегодня важнейшие проблемы и новейшие достижения стратиграфии, палеонтологии, тектоники, исторической и региональной геологии, кристаллографии, минералогии, геохимии, петрографии, литологии, полезных ископаемых, металлогении, гидрогеологии и инженерной геологии, геофизики, нефтяной геологии и разработки нефтяных и газовых месторождений, переработки углеводородного и минерального сырья, геoinформационных систем в науках о Земле, нефтегазопромыслового оборудования, современной техники и технологии разведки месторождений полезных ископаемых, добычи, технологии и техники транспорта и хранения нефти и газа, бурения скважин, горного дела, геоэкологии, гидрогеоэкологии, инженерной защиты окружающей среды, комплексного использования минерального сырья, землеустройства, горного и природоресурсного права, а также проблемы экономики минерально-сырьевых комплексов России и стран СНГ. В следующем году планируем ввести ещё одно направление «Космогеологию». Кроме того, планируется проведение некоторых секций с использованием залов 3-D визуализации с зарубежными участниками.

Симпозиум проходит по всем фундаментальным и прикладным направлениям геологического профиля. На каждой из научных направлений симпозиума выступают ведущие специалисты и ученые по проблемным вопросам геологии и недр Земли в XXI веке.

Участвуют в симпозиуме лучшие студенты и молодые научные кадры России и стран СНГ, а также представители Дальнего зарубежья. На симпозиуме в докладах освещаются достижения научных исследований авторов с использованием новейших методов исследований и оригинальных методов интерпретаций; результаты конструкторских разработок и экспериментальных исследований; достижений с использованием новых компьютерных технологий в геологии, нефтегазодобычи и геоэкологии; аналитические обзоры теоретических и экспериментальных исследований по различным геологическим проблемам и охране окружающей среды.

На Международных научных симпозиумах имени академика А.М. Усова традиционно отмечается активное участие молодых ученых из академических институтов РАН и НАН стран СНГ, а также отраслевых научно-исследовательских институтов. Научный уровень многих докладов на всех секциях симпозиумов отмечается как очень высокий, некоторые из них отличаются новизной и оригинальностью идей. Результаты лучших научных работ чрезвычайно актуальны, отражают исследования как в области фундаментальных наук, так имеют и важное прикладное значение и при дальнейшей научной разработке могут быть представлены в виде диссертаций на соискание ученых степеней. Результаты исследований по ряду представленных докладов имеют патенты и лицензии. Авторы научных работ продемонстрировали владение самыми современными методами научных исследований.

В процессе работы симпозиума на секциях используются современные технические средства демонстрации научных работ: мультимедийный проектор, компьютерный проектор, ноутбук, графопроектор, программа для презентаций «Powerpoint», проектор Nec-595VT, оптические преобразователи в режиме Power Point, интерактивная доска Hitachi, видеостена 3D-визуализации, плазменный экран, а также используются для демонстрации самые последние версии популярного пакета программ MS Office, Corel Draw, Arc View, MapInfo и других новейших программных средств. Некоторые доклады сопровождаются показом фильмов собственного производства.

Кроме работы секций почти ежегодно последние годы работает «круглый стол», на котором ведутся дискуссии по наиболее назревшим темам таким, как «Научно-исследовательская работа молодежи в условиях современного образовательного процесса в вузах России: опыт, традиции, новые формы, проблемы, перспективы» или «Профессиональная коммуникация и проблемы преподавания профессионального иностранного языка в области природных ресурсов недр Земли» и др.

В день открытия Международных симпозиумов имени академика М.А. Усова традиционно организуются и работают, как правило, три выставки. Такие как – научные достижения студентов и молодых ученых ИПР (ИГНД), а также выставки с историческими материалами, посвященные юбилейным датам института и университета, а также выдающимся ученым – выпускникам ИПР, иногда одна из выставок освещает новейшую литературу по теме наук о Земле.

В период работы симпозиумов для участников организуется интересная культурная программа. Проводятся экскурсии по городу; в Сибирский ботанический сад (в отдел тропической и субтропической растительности); в музей редких и древних книг; в музей истории Томского политехнического университета; в выставочный центр современных научных достижений ТПУ; в музей-кабинет академиков В.А. Обручева и М.А. Усова; в библиотеку Томского политехнического университета; в Центр подготовки магистров в области нефтяного инжиниринга, созданного на базе Эдинбургского университета «Хериот-Ватт» (Великобритания) и Томского политехнического университета, в современное автоматизированное хранилище с лабораторно-аналитическим центром. Гости симпозиума знакомятся с учебными корпусами и лабораториями ИПР ТПУ, с инновационными научно-образовательными центрами ИПР («Трубопроводный транспорт нефти и газа» и «Урановая геология»), оснащенными новейшим современным оборудованием на уровне мировых стандартов; с минералогическим и палеонтологическим музеями Томского политехнического университета; с научно-исследовательским ядерным реактором ТПУ и т.д. Для гостей демонстрируется фильм об истории, традициях и научных достижениях ИПР ТПУ.

В период работы симпозиума на каждой секции работают конкурсные комиссии, которые определяют лауреатов лучших научных работ по каждому из своих направлений. Все победители награждаются дипломами и ценными призами, всем участникам вручаются сертификаты и сувениры.

Награждения лауреатов проходят, как правило, в торжественной и праздничной обстановке в Международном культурном центре Томского политехнического университета. Для участников симпозиума дается праздничный концерт.

Главными рабочими языками на симпозиуме являются русский, английский и немецкий. Поскольку часть докладов участниками делается на английском и немецком языках, то для них работают специальные секции «Геология и нефтегазовое дело» на которой бывает представлено до 120 докладов. На открытии данной секции в этом году выступил представитель Британского Совета – Harriot-Watt University.

В рамках Международных научных симпозиумов им. академика М.А. Усова «Проблемы геологии и освоения» последних лет проводится Федеральный молодежный конкурс «У.М.Н.И.К.», молодежный научно-инновационный конкурс грантов на научные исследования в размере 400 тыс. руб. на 2 года.

По итогам работы симпозиумов ежегодно издается сборник научных трудов симпозиума, компьютерная копия которого в виде CD-диска выдается участникам симпозиума. Объем сборника издается в виде монографии и составляет, как правило, 1300-1500 страниц (усл. печ. листов - 120.50, размер шрифта Times New Roman 9) в двух томах, тиражом – 300 экземпляров, в твердом переплете с глянцевой коркой.

Электронная версия сборника трудов выставляется на сайте www.tpu.ru.

Симпозиум, его ход, содержание и значимость широко освещается в средствах массовой информации (на областном телевидении, в журнале «Недра Сибири», в областной печати, в газете ТПУ «За кадры» и т.д.).

Последние 5 лет, Международные научные симпозиумы им. академика М.А. Усова студентов и молодых ученых «Проблемы геологии и освоения недр» осуществляются при информационной поддержке образования и науки РФ (Роснаука) и при поддержке Российского фонда фундаментальных исследований РФ.

Секция 1

ПАЛЕОНТОЛОГИЯ, СТРАТИГРАФИЯ И РЕГИОНАЛЬНАЯ ГЕОЛОГИЯ

ДОРОГА К УСИНСКОМУ МЕСТОРОЖДЕНИЮ МАРГАНЦА

О.И. Азаренко

Научные руководители доцент Б.Д. Васильев, инженер Н.Н. Мартынова

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

В 1939 году талантливый геолог и ученый, заведующий кафедрой общей геологии Томского индустриального института (ныне ТПУ) Константин Владимирович Радугин открыл в Кузнецком Алатау в районе золотого прииска Верхняя Ивановка по р. Уса (один из притоков Томи) крупнейшее в СССР Усинское (Усовское) месторождение марганцевых руд. Поразительно, что после нескольких дней чисто визуального исследования месторождения, Константин Владимирович практически «на глазок» дал прогнозную оценку запасов марганцевой руды в 100 млн. тонн. В 1957 году, через 18 лет, детальная разведка ЗСГУ подтвердила эту цифру.

В 1943 г. за открытие Усинского месторождения марганца К.В. Радугин был удостоен Сталинской премии II степени. Кол, забитый К. В. Радугиным в 1939 г. у подножья открытой им «Марганцевой горы», получил официальный статус «Пикет РАДУГИНА». На проектных картах будущей, но так и не построенной, железной дороги Новокузнецк – Усинское месторождение конечная станция была названа в честь К.В.Радугина. «Станция Радугина» – название книги С.В. Чиняева [2], посвященной открытию Константином Владимировичем Радугиным Усинского месторождения марганца и разведке месторождения в последующие годы.

Марганец (Mn) – занимает 14-е место в списке самых распространенных химических элементов в мире, а после железа – второй тяжёлый металл, содержащийся в земной коре. Земная кора на 0,03% состоит из марганца. Марганец используется для выплавки высокопрочной стали. Основные минералы Усинского месторождения – это пиролюзит MnO_2 и родохрозит $MnCO_3$. Рудная зона обнажается по обоим берегам р. Уса.

8 апреля 2005 года компания «ЧЕК-СУ.ВК» выиграла в Кемерово аукцион на разработку Усинского месторождения марганца. В рамках проекта предусматривается [1]:

- разработка Усинского месторождения марганцевых руд в Кемеровской области;
- строительство горно-обогатительного комбината (ГОК) в Кемеровской области в 70 км к северо-востоку от Междуреченска;
- развитие перегрузочного терминала в Республике Хакасия (п. Туим);
- строительство автодороги протяженностью 87 км, которая свяжет Усинское месторождение с дорожной сетью в Республике Хакасия;
- создание Енисейского ферросплавного завода (ЕФЗ) в Емельяновском районе Красноярского края.

По данным Государственной комиссии по запасам полезных ископаемых (протокол ГКЗ от 31 августа 2007 года № 1441-оп) Усинское месторождение марганца является четвертым по размерам в СНГ из разрабатываемых и крупнейшим в РФ (65 % запасов России). Запасы месторождения для открытой и подземной отработки составляют 128 млн. т. По расчетным данным, ресурсов Усинского месторождения хватит более чем на 60 лет. Кроме того, есть предположения, что запасы руды на месторождении удастся увеличить после доразведки. Первые 30 лет добыча на Усинском месторождении будет производиться открытым способом, после чего в недрах Усинского месторождения будет оставаться более половины балансовых запасов марганцевых руд.

В 2009 г. ЗАО «ЧЕК-СУ.ВК» [3] начала подготовку к промышленному освоению Усинского марганцевого месторождения – строительству дороги, рудника и горно-обогатительного комбината. Проектная мощность ГОКа составит 1,375 млн. т по сырой руде (содержание марганца 19–24%) или около 760 тыс. т концентрата в год (120 тыс. т концентратов окисленных руд с содержанием марганца около 35% и 640 тыс. т концентратов карбонатных руд с содержанием марганца до 36%). Первая продукция комбината будет выпущена в 2013 году.

Введение в строй ГОКа и в первую очередь Енисейского ферросплавного завода значительно сократит зависимость российских металлургов от импортных поставок марганцевого сырья. В 2010 году спрос на ферросплавы в России составил около 600 тыс. т. Он был удовлетворен поставками продукции зарубежных ферросплавных заводов или произведенной тремя российскими заводами, работающими на импортном сырье. Запуск производственного комплекса компании ЗАО «ЧЕК-СУ.ВК» позволит насытить рынок отечественной продукцией, снизив зависимость сталелитейной отрасли от импортного сырья на 30–40 %.

Конечная продукция компании — ферромарганец и силикомарганец — является обязательным компонентом при производстве различных марок сталей. Основными потребителями марганцевых продуктов в России, как и в целом в мире, является черная металлургия (около 90%), примерно 10 % приходится на электротехническую, химическую, медицинскую и другие отрасли промышленности. Потребителями продукции Енисейского ферросплавного завода станут российские металлургические компании: Магнитогорский металлургический комбинат, «Евраз Групп», «Мечел», НЛМК, «Северсталь» и другие производители.

В настоящее время подготовка к строительству ГОКа уже начата. Идет обустройство временного поселка строителей, ведется закупка техники и оборудования. Готовый концентрат с Усинского месторождения в

Кемеровской области автомобильным транспортом (с обязательной изоляцией от внешней среды) будет доставляться до перевалочной базы в п. Туим (Республика Хакасия), а оттуда – в Емельяновский район Красноярского края, где будет построен завод по производству марганцевых ферросплавов. Для этого ЗАО «ЧЕК-СУ.ВК» начало строительство автомобильной дороги общей протяженностью 87 км, которая свяжет Усинское месторождение с существующей дорожной сетью в Республике Хакасия (рис. 1). Автомобильную дорогу можно разделить на две части – кемеровскую и хакасскую. Кемеровский участок автострады пройдет от Усинского ГОКа до границы с Республикой Хакасия. Вторая часть автодороги свяжет границу двух регионов с хакасским п. Беренжак, где начинается дорога до перевалочного терминала ЗАО «ЧЕК-СУ. ВК» в Туиме.



Рис. 1. Карта автодороги



Рис. 2. Новая дорога в горах Кузнецкого Алатау

На 16 июля 2011 года хакасская часть автодороги была почти достроена (рис. 2, 3). Она проложена в горах Кузнецкого Алатау до водораздела р. Томи и Белого Июса с абсолютной отметкой 1600 м. Здесь, где совсем недавно с трудом мог пройти КАМАЗ, уверенно проезжает наш автобус. Огромное значение имеет отстроенная дорога к гольцам Кузнецкого Алатау и для Учебного геологического полигона НИ ТПУ в Республике Хакасия, открывая широкие возможности исследования новых коренных обнажений с точки зрения геологии района и поисков полезных ископаемых. Так, в бассейне р.Тюхтерек в срезке дороги (рис. 4) нами было обследовано новое проявление поделочных камней с весьма интересными и красивыми минералами (рис. 5): голубой диопсид (виолан), серпентин с прожилками асбеста, голубой кальцит.



Рис.3. Студенты группы 2А190 с руководителями на новой дороге



Рис.4. Обследуем обнажение



Рис.5. Первые находки виолана

Всё это благодаря дорожникам, которым для того, чтобы проделать такой сложный путь от хакасского п. Беренжак до границы с Кемеровской областью, нужно было перекопать около трех с половиной миллионов кубов грунта. Эта дорога – единственный путь к Усинскому месторождению марганцевых руд в Кемеровской области, четвертого по величине в СНГ. Подрядчиком строительства автодороги является ООО «ЗБСМ МК-162» (бывшее структурное подразделение треста ЗапБАМстроймеханизация – Механизированная колонна №162, г. Иркутск), специализирующееся на строительстве и ремонте автомобильных и железных дорог на территории Восточной Сибири и Дальнего Востока.

Сырье с Усинского месторождения до поселка Туим (140 км) будет доставляться к терминалу специальными четырёхосными самосвалами. В Туиме марганцевый концентрат будет перегружаться на железнодорожный транспорт для доставки на Енисейский ферросплавный завод в Красноярском крае (460 км).

По состоянию на конец 2011 года завершено строительство участка автомобильной дороги по территории Республики Хакасия протяженностью 47 км, четырех мостов (через протоки Белого Июса, Тюхтерек, через две вершины Пихтерека, Караташ) и более 30 водопропускных труб. Работы над кемеровской частью трассы продолжают. Строительство дороги планируется завершить к концу 2012 года, а освоение месторождения начнется в 2013 году.

Литература

1. Литвиненко А.П. О проекте освоения Усинского месторождения марганцевых руд // Минеральные ресурсы России. №1. – 2007. – С. 18-20
2. Чиняев С.В. Станция Радугина. – Кемерово: Кузбассвуиздат, 2007. – 227с.
3. www.cheksu.ru. Сайт компании ЗАО «ЧЕК-СУ. ВК».

О ПРИЧИНАХ ЗОНАЛЬНОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ОРУДЕНЕНИЯ ГРАНИТОИДНЫХ МАССИВОВ (НА ПРИМЕРЕ ЕНИСЕЙСКОГО КРЯЖА)

К.Р. Арлюкова, А.А. Журавлева

Научный руководитель доцент В.И. Стреляев

Национальный исследовательский Томский государственный университет, г. Томск, Россия

Рассматриваемые массивы (Таракский, Тейский, Татарский) морфологически представляют собой тела, вытянутые в субмеридиональном направлении площадью от 1200 до 200 км². Массивы приурочены к Центральному региональному разлому в ядерной части антиклинорной структуры 1 порядка, сложенной терригенными, терригенно-карбонатными образованиями канской, тейской и сухопитской серий раннего-позднего докембрия [1,2]. По данным А.Д. Ножкина, возраст гранитоидных массивов колеблется от 1800 до 850 млн. лет. На первый взгляд, исследуемые гранитоидные массивы по условиям своего образования почти не отличаются друг от друга. Их средний петрохимический состав имеет сходство, подчеркиваемое близкими уровнями концентрациями микроэлементов. В ряде случаев, они трактуются как слабо перемещенные плутоны субщелочного и щелочного составов, и все входят в одну гранит-лейкократовую формацию [3].

Для своих исследований авторы применили методику Дж. Пфанна [4,5] по зонной перекристаллизации, основанной на различной растворимости примесей в твердых и жидких потоках рассматриваемых породных фаз (1-9, табл.1). С помощью данного метода изучаются магматиты униполярной (однонаправленной) кристаллизации. Однако,

от нее зонная перекристаллизация отличается тем, что в каждый отрезок геологического времени расплавленной является лишь определенная часть суммарного объема гранитной массы, которая постепенно передвигается по массиву. Все это приводит к перераспределению пород отдельных фаз, а вместе с ними и рудоносности (табл., рис.).

Таблица

Зональное распределение оруденения гранитоидных массивов Енисейского кряжа по мере поэтапного раскрытия Сибирской протоплатформы

<i>Комплексы и фазы (1-9) гранитоидов</i>	<i>R</i>	<i>Рудоносность, Z</i>
А. Таракский комплекс- PR₁ (1800млн. лет)		
<i>1. Гнейс с биотитизированными гранатами</i>	1,259	1412
<i>2. Биотитовые граниты</i>	1,249	1302
<i>3. Калиевые граниты</i>	1,247	1147
Б. Тейский комплекс- PR₂ (1000 млн. лет)		
<i>4. Гнейсы</i>	1,285	1285
<i>5. Гранито - гнейсы</i>	1,229	1029
<i>6. Граниты лейкократовые</i>	1,176	761
В. Татарский комплекс- R₃ (850 млн. лет)		
<i>7. Гранодиориты амфибол - биотитовые</i>	1,312	1979
<i>8. Граниты биотитовые</i>	1,248	1111
<i>9. Граниты лейкократовые</i>	1,225	756

Такой нетрадиционный подход дает возможность по иному интерпретировать поэтапное раскрытие Сибирской протоплатформы. Гранитоиды Енисейского кряжа формировались, согласно полученных данных, в 3 тектоно-магматических этапа: а- рифтогенной системы раннего этапа (PR₁), б- рифтогенной системы промежуточного этапа (PR₂), в- рифтогенной системы позднего этапа (R₃). Этот важный вывод подтверждается последовательным изменением вещественного состава гранитоидов описываемых массивов в ряду «гранатовые граниты начального этапа -биотитовые граниты-амфибол-биотитовые граниты конечного этапа гранитообразования».

Если рудоносные примеси лучше растворяются в жидкой фазе коры, то они концентрируются в легком подвижном расплаве, двигаясь вместе с ним. Если примеси лучше растворяются в тяжелых твердых растворах астенолита, то они постепенно накапливаются в них, двигаясь вместе с ними в противоположном направлении (полярность зонной перекристаллизации, см. показатель R, табл.1, рис.1). Метод Дж. Пфанна «видит» не сами метаморфические дислокации, а скрытые для глаз наблюдателя перераспределение примесей в соответствующих зонах контактного плавления,двигающихся совместно с рифтогенным глубинным раскрытием протокры. С увеличением значений R (нерастворимость примесей в соответствующих породных фазах) во времени и пространстве увеличивается концентрация полезных примесей, что объясняется сближением массивов с астенолитом. Чем глубже происходит раскрытие протокры, тем выше содержание нерастворимых и меньше растворимых примесей.

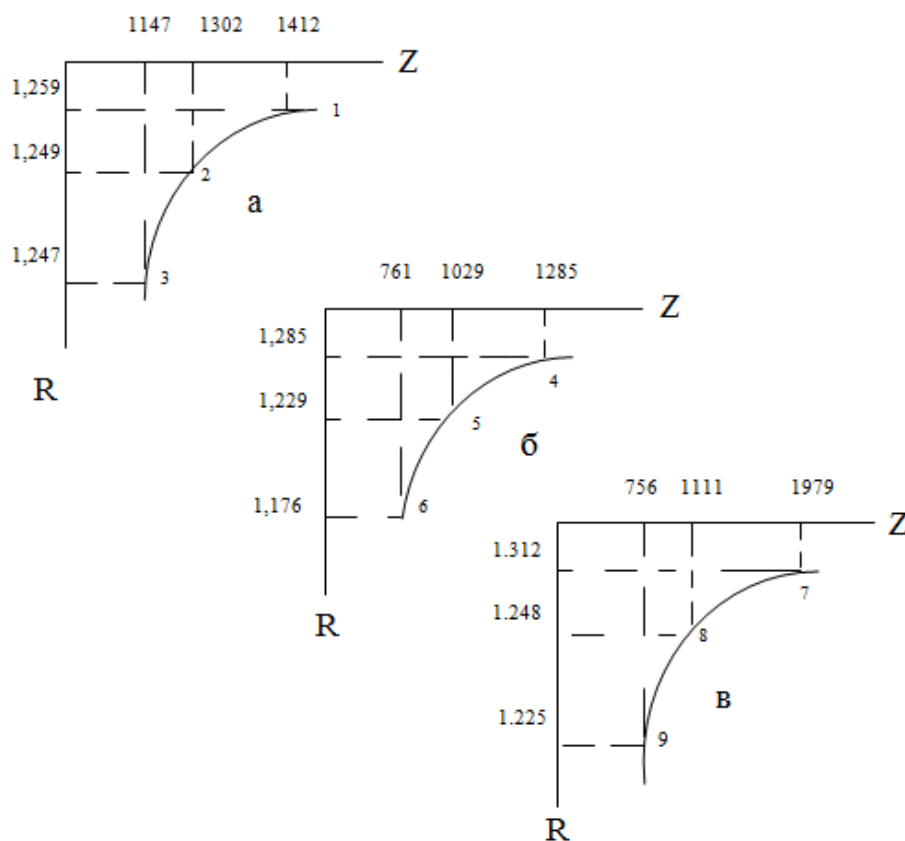


Рис. Гранитоиды юго-западного обрамления Сибирской протоплатформы, формировались в тесной геодинамической связи с эволюцией древнего континентального рифтинга: от начального этапа (гранатовые граниты) через промежуточный (биотитовые граниты) до конечного этапа с формированием амфибол – биотитовых гранодиоритов.

Фундаментальность любой науки определяется установлением новых закономерностей, эффектов и положений. В науках о Земле выявлено много законов, но их либо надо принимать на веру (аксиоматично), либо доказывать на примерах.

Последнее предпочтительнее, но требует параметризации, а при введении числа и меры, как показали наши работы [1,2], часть «законов» уже не оправдывает свое основное назначение.

Литература

1. Журавлева А.А., Коряев Е.М., Стреляев В.И. Геодинамика, магматизм и реструктуризация полей с благороднометалльным оруденением // Новые горизонты в изучении процессов магмо- рудообразования. – М.: Изд- во ИГЕМ РАН, 2010. – С. 163-164.
2. Журавлева А.А. Пироморфный механизм конвективного вращения в крупнообъемных золоторудных узлах // Проблемы геологии и освоения недр: Труды XIV Межд. Симпозиума им. академика М.А.Усова. – Томск, 2010. – Т.1. – С. 164-166.
3. Ножкин А.Д., Туркина О.М., В.А. Бобров, Н.А. Яковлев Геохимические и формационные докембрийские гранитоиды Енисейского края и их потенциальная рудоносность // Проблемы рудоносности гранитоидов. Ин- т геохимии им. А.П. Виноградова СО АН СССР, 1987. – С. 45-61.
4. Степин Б.Д., Горпггейн И.Г., Блюм Г.З. и др. Методы получения особо чистых неорганических веществ. Изд-во «Химия». Ленигр. отд-ние, 1969. – 480 с.
5. Харин А.Н., Катаева Н.А., Харина А.Т. Курс химии. - М.: «Высшая школа», 1975. - 416 с.

ТРИЛОБИТЫ КЕМБРИЯ КОШКУЛАКСКОГО РАЗРЕЗА (РЕСПУБЛИКА ХАКАСИЯ)

О.Ю. Асканакова

Научный руководитель доцент И.И. Коптев

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Кошкуллакский район Северной Хакасии является уникальным как для палеонтологических исследований трилобитов, так и для стратиграфии Саяно-Алтайской области. Это связано с обилием и разнообразием форм ископаемых остатков трилобитов. Их огромное количество и многообразие на данном участке позволяет даже изучить онтогенетическое развитие некоторых видов этих организмов. Также, в данном районе найдено множество эндемичных форм, ранее не встречавшихся и не изученных.

Также район характеризуется присутствием форм трилобитов, распространенных не только в Сибири, но и по всему земному шару. Это позволяет довольно четко коррелировать данный участок с другими. В дополнение ко всему этому, разрез характеризуется доступностью, хорошей обнаженностью и отчетливой стратиграфией, что позволяет выдвинуть его в число важнейших не только в Саяно-Алтайской области, но и за ее пределами.

Изучение данного участка началось в 1959 г., когда доцент кафедры общей геологии Георгий Алексеевич Иванкин с помощью преподавателей и студентов основал на берегу оз. Пионерского близ поселка Туим полигон для учебных геологических практик. После этого встал вопрос об изучении геологии района базы. Г.А. Иванкиным был заключен с Западной геолого-разведочной экспедицией хоздоговор на проведение государственной геологической съемки пятидесяти тысячного масштаба на Кошкуллакской и Саянско-Катюшкинской площадях.

На Кошкуллакской площади были получены наиболее значительные палеонтолого-стратиграфические материалы, послужившие впоследствии основой для создания унифицированных региональных стратиграфических схем Сибири и, в том числе, Алтае-Саянской складчатой области. На основе этих схем впоследствии осуществлялись геологические съемки территорий.

В ходе научной работы по имеющимся на кафедре каменным, графическим и текстовым материалам была проведена корреляция данного района с другими районами. Для этого было исследовано около 20 фототаблиц, составленных за долгие годы изучения района доцентом кафедры Общей геологии И.И. Коптевым. В эти таблицы помещено около 500 фотографий прокаленных и отпрепарированных трилобитов.

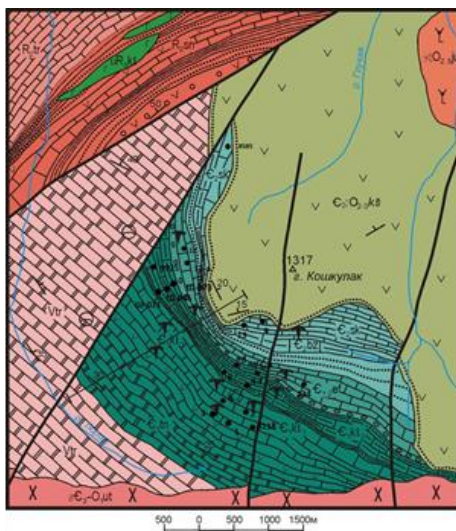


Рис. 1. Точки местонахождения трилобитов на геологической карте участка г. Кошкуллак

По данным этих таблиц на карту участка были вынесены точки с хорошо изученной фауной (рис. 1). На основе данной карты были составлены таблицы трилобитов, относящихся к определенной свите.

На рис. 2, 3, 4 изображены формы трилобитов, найденные в колодзюльской свите, по которым возможно производить корреляцию кембрийских отложений Кошкуллака с кембрийскими отложениями соседних районов, и, в первую очередь, Сибирской платформы.

По данным спискам трилобитов при сопоставлении с региональной стратиграфической шкалой 1983 года также был уточнен возраст свит (рис. 5):

Тунгужульская свита – атдабанский век

Колодзюльская свита – ботомский век

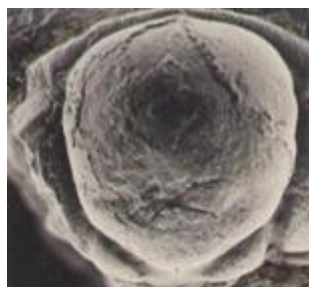
Ефреминская свита – тойонский, низы амгинского века

Безымянная и сладкореньевская свиты - амгинский век.

Тунгужульская свита представлена чередующимися горизонтами светлых доломитов, светлых и светло-серых водорослевых известняков и, реже, серых известняков. Мощность ее в этом разрезе составляет 750 м. На подстилающей таржувльской тунгужульская свита залегают с параллельным несогласием, отделяясь от нее горизонтом осадочных брекчий. В кровле свиты в стратотипическом разрезе, а также в районе дер. Ефремкино встречены остатки трилобитов рода *Bulaiaspis* (рис. 4).

Колоджувльская свита расчленяется на три пачки и имеет мощность 650 м. Нижняя из них – эффузивно-карбонатная (базальты, глинистые известняки), средняя состоит из черных глинистых известняков, а верхняя имеет известняково-глинисто-песчаный состав. В окраске пород преобладают серые и черные тона. Найдены трилобиты *Rondoscephalus*, *Lenaspis*, *Bathyriscellus*, *Binodaspis*, *Bulaiaspis*, *Tungusella* (рис. 2, 3, 4).

Ефремкинская свита сложена конгломератами, черными плитчатыми слоистыми известняками и сланцами. В окрестностях дер. Ефремкино и на Батеневском кряже в составе свиты преобладают светлые массивные известняки с трилобитами и археоциатами обручевского комплекса. Как в стратотипическом разрезе, так и в других местах в верхней части свиты к обручевскому фаунистическому комплексу примешиваются среднекембрийские формы трилобитов. По объему свита соответствует тойонскому ярусу нижнего кембрия. Найдены остатки трилобитов *Chondranomocare*, *Proerbia*, *Menneraspis*, *Neopagetina*, *Chondragraulos*.

Рис. 2. *Rondoscephalus*Рис. 3. *Binodaspis*Рис. 4. *Bulaiaspis*

Безымьянная свита в Кошкулакском разрезе представлена пачкой серых гравелитов и песчаников мощностью от 30 до 300 м. В районе Ефремкино в основании свиты встречены трилобиты E_2 – *Olenoides* и *Oryctocephalidae*, а на Кошкулаке – *Chondranomocare*.

Сладкореньевская свита встречается только в Кошкулакском разрезе, где она с перерывом и несогласием перекрыта кошкулакскими эффузивами, сложена черными глинистыми известняками (внизу) с *Paradoxides*, *Kooteniella* и другими трилобитами и светло-серыми и розово-белыми известняками с *Erbia*, *Chondranomocare*, *Koptura*, *Kootenia*, *Granularia* и другими – вверху. Общая мощность – более 160 м.

Система	Отдел	Ярус	Индекс	Мощность в м	Характеристика подразделений	
						Система
КЕМБРИЙСКАЯ	Верхний	Средний	$E_{2,7,8d}$	более 400	Кошкулакская свита. Трахиандезиты, трахиты, субщелочные базальты, трахириолиты, туфы, туфопесчаники. Rb/Sr 454±11 млн. лет	
			$E_{2,7,8k}$	160	Сладкореньевская свита. Известняки белые и черные. <i>Paradoxides</i> и др.	
	Средний	Алгунский	$E_{2,7,8z}$	более 500	Безымьянная свита. Песчаники, гравелиты, алевролиты ритмичности, хремнистые сланцы, известняки. Трилобиты <i>Koskinella aff. cristata</i> Roman., <i>Neopagetina lotokolonovi</i> , <i>Olenoides sp.</i> , <i>Oryctocephaloides</i> .	
			$E_{2,7,8ef}$	300-500	Ефремкинская свита. Известняки, конгломераты, гравелиты, песчаники, алевролиты, андезиты и их туфы. Трилобиты <i>Kooteniella slatkowski</i> Schm., <i>Chondragraulos</i>	
	Нижний	Алгунский	$E_{2,7,8l}$	менее 650	Колоджувльская свита. Известняки серые, глинистые и песчаные известняки, песчаники, алевролиты, пелюки зеленокаменные базальтов. Трилобиты <i>Bulaiaspis sajanica</i> Rep., <i>Tungusella talisa</i> Rep. (Овская и куреминская свита района Капошляно).	
			$E_{2,7,8tr}$	200-250	Тунгужульская свита. Известняки светло-серые и серые, редкие прослои светлых доломитов. Трилобиты <i>Bulaiaspis volodini</i> Letm.	
			$V-E_{2,7,8tr}$	менее 1000	Таржувльская свита. Доломиты и известковистые доломиты светло-серые и серые, прослои и линзы силлицилитов. Микрофитоциты <i>Osagia cf. tenuilamelata</i> Reitt., <i>Vesicularites</i> , <i>Glebosites</i> .	
	ВЕНДИСКАЯ					

Рис. 5. Стратиграфическая колонка участка г. Кошкулак

Помимо этого, на участке огромное количество эндемичных форм, которые также были выделены и распределены в таблицы. Это такие виды, как *Koschkulaspis procera*, *Binodaspina cf. remota*, *Botomellina cylindrical*, *Binodaspina lata*, *Aldonellus lepidus*, *Binodaspis patula* и др.

Литература

1. Коптев И.И., Ананьев Ю.С. Путеводитель по стратиграфии района учебного геологического полигона ВУЗОВ Сибири. – Томск: Издательство ТПУ, 2006. – 24 с.
2. Коробков И.А. Палеонтологические описания. – Л.: Недра, 1971. – 200 с.
3. Основы палеонтологии. Том «Трилобитообразные и ракообразные» / Под ред. Н.Е Чернышевой. – М.: Недра, 1960. – Т.8. – 516 с.
4. Розова А.В., Розов С.Н., Москаленко Т.А. Описание палеонтологических объектов с применением латинских термиков. – Новосибирск: Институт геологии и геофизики СО АН СССР, 1975. – 244 с.

**ОСТРАКОДЫ СРЕДНЕЭОЦЕНОВЫХ ОТЛОЖЕНИЙ ЮЖНОГО СКЛОНА
УКРАИНСКОГО ЩИТА**

О.В. Бондарь, М.Л. Ярошук

Научный руководитель доцент О.В. Бондарь
*Днепропетровский национальный университет им. Олесья Гончара, г. Днепропетровск,
Украина*

На территории южного склона Украинского щита широко распространены морские отложения среднего эоцена, вопросами стратиграфии и корреляции которых занимались многие исследователи [1-3, 5-9 и др.]. Среди фаунистических остатков этих отложений наиболее изучены моллюски и фораминиферы. Данные по остракодам опубликованы в известной монографии В.Г. Шереметы [10], в которой описано свыше 200 видов остракод, выделены их ассоциации для разных стратиграфических подразделений, описаны палеоэкологические условия существования остракодовой фауны в палеогеновом бассейне.

Интересный с палеонтологической и стратиграфической точки зрения разрез среднеэоценовых отложений обнаружен в северо-восточном борту карьера Визирка Днепропетровской области, расчленение и корреляция которого были проведены ранее [2]. Здесь встречены разнообразны остатки ископаемых организмов – моллюски, остракоды, фораминиферы, спонгиофауна, инфузории, нанопланктон. Остракоды данного местонахождения среднего эоцена до недавних пор изучены не были [2].

В результате проведенных исследований было определено 17 видов, принадлежащих к 15 родам остракод. Среди них наиболее многочисленны по составу представители родов *Trachyleberis*, *Pontocythere*, *Kriihe*. Изображения некоторых видов остракод приведены на рисунке. Их описание проведено согласно современной схеме для описания ракушковых рачков, в которой максимально охарактеризованы все систематические признаки представителей данной группы фауны разного таксономического уровня [4].

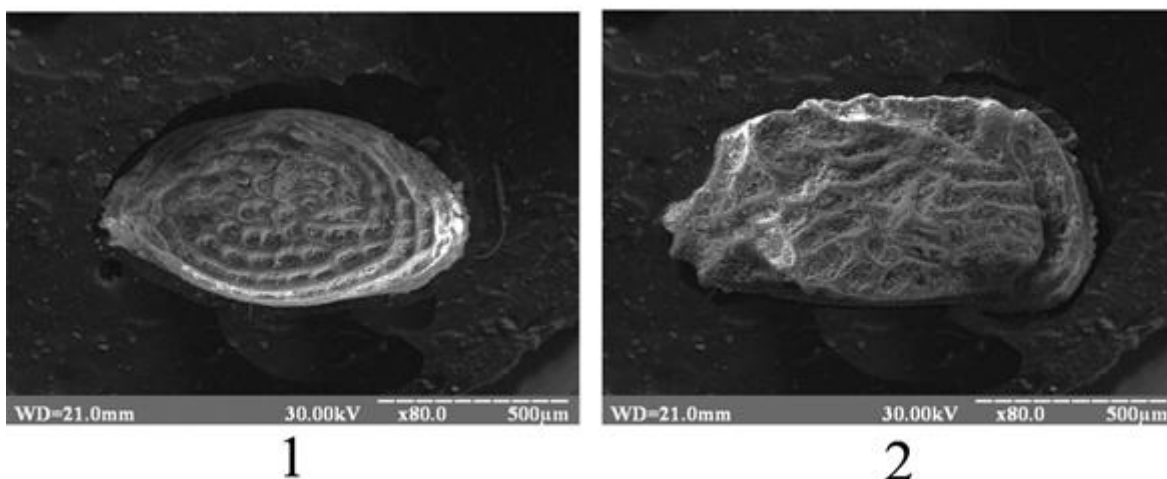


Рис. Остракоды среднеэоценовых отложений карьера Визирка (Днепропетровская область): 1 – *Leguminocythereis striatopunctata* (Roemer), правая створка, x 80; 2 – *Kingmaina forbesiana* (Bosquet), правая створка, x 120.

Leguminocythereis striatopunctata (Roemer)

1956. *Leguminocythereis striatopunctata* (Roemer): Шеремета, с. 148, табл. XIII, фиг. 1-2.

Материал. 3 створки хорошей сохранности.

Описание. По форме раковина субовальная. Толстая, непрозрачная, матовая. По длине раковина большого размера (1,10 мм), по степени удлиненности – умеренно удлиненная (L/H = 1,83). Наибольшая высота приходится на середину створки. Максимальная выпуклость в виде широкого сферовидного бугорка, спадающего к концам, наблюдается в центральной брюшной части.

Форма спинного края слабо выпуклая, слабо наклоненная к переднему и заднему концам. Переход к переднему краю плавно округленный, к заднему – под широко округленным тупым углом. Кардинальные углы не выражены. Брюшной край широко выпуклый, слабо вогнутый в передней трети створки. Переход к переднему и заднему концам под округленным тупым углом. Передний и задний концы практически одинаковой высоты. Форма переднего конца плавно округленная. Форма переднего края створки волнистая. Степень скошенности в переднеспинной части слабая. Форма заднего конца – резко округленная, неровная, с уступом.

Макроскульптура развита, поверхность створки грубоскульптурирована.

Присутствуют элементы макроскульптуры I порядка. Поверхность покрыта сеткой ребер, четких, длинных, перемиčky между которыми образуют глубокие прямоугольные ячейки. На месте центрального поля

мускульных отпечатков расположен невысокий округлый бугорок, по которому ребра как бы заворачиваются в виде спирали. От этого бугорка к переднему краю прослеживаются два ряда прямоугольных ячеек.

Элементы макроскульптуры II порядка представлены в виде оторочки маленьких шипов на переднем крае и трех шипов среднего размера на заднем крае.

Мезоскульптура развита – поверхность створки грубоскульптурирована равномерно расположенными большими ячейками четырехгранной прямоугольной формы.

Глазное пятно присутствует.

Краевая порово-канальная зона широкая с частыми прямыми каналами.

Размеры, мм. Длина раковины – 1,10, высота середины – 0,60.

Местонахождение. Карьер Визирка (Днепропетровская область), среднеэоценовые отложения.

Распространение. Эоценовые отложения Южной Украины, нижнеэоценовые – олигоценовые отложения Западной Европы.

Kingmaina forbesiana (Bosquet)

1956. *Kingmaina forbesiana* (Bosquet): Шеремета, с. 100, табл. VII, фиг. 15-18.

Материал. 2 створки хорошей сохранности.

Описание. Форма раковины округленно субпрямоугольная без конвергенции к заднему концу. Толстая, непрозрачная, матовая. По длине раковина среднего размера (0,83 мм), по степени удлиненности – умеренно удлиненная ($L/H = 1,95$). Наибольшая высота раковины приходится на передний край, максимальная выпуклость расположена в центрально-брюшной части и выражена в виде бокового брюшного расширения в форме крыловидной складки. Спинной край прямой, слабо наклоненный к заднему концу. Переход к переднему концу плавно округленный, к заднему – под узко закругленным тупым углом – уступом. Брюшной край параллелен спинному краю и слабо вогнут в передней трети раковины. Переход к переднему концу – плавно округленный, к заднему концу – под округленным тупым углом. Разница высот переднего и заднего концов незначительная. Форма переднего конца раковины плавно широко округленная, волнистая, форма заднего конца – в виде уступа с отростком ниже продольной оси раковины.

Макроскульптура развита, поверхность раковины грубоскульптурирована.

Элементы макроскульптуры I порядка представлены в виде двух борозд возле переднего края раковины, которые образовались в результате слияния ячеек. По размерам борозды длинные, начинаются от переднеспинного угла и доходят до брюшного продольного ребра.

Элементы макроскульптуры II порядка представлены мелкими зубчиками на переднем крае, шипами на заднем отростке

Мезоскульптура развита в виде удлиненных ячеек.

Глазное пятно присутствует.

Краевая порово-канальная зона широкая с частыми прямыми каналами.

Размеры, мм. Длина раковины – 0,83, высота середины – 0,425.

Местонахождение. Карьер Визирка (Днепропетровская область), среднеэоценовые отложения.

Распространение. Средне- и верхнеэоценовые отложения Южной Украины, нижне- и среднеэоценовые отложения Западной Европы.

Литература

1. Березовский А.А., Вага Д.-Д.О. Корреляция среднеэоценовых стратонев Украины по нанопланктону и моллюскам // Сучасні проблеми геологічної науки. – Київ: ІГН НАНУ, 2003. – С. 287–290.
2. Богданович Е.М., Коненкова И.Д., Иванова Т.А., Бондарь О.В., Манюк В.В. О стратиграфическом положении и палеонтологических особенностях эоценовых отложений Днепропетровской области (карьер Визирка). – Київ: ІГН НАНУ, 2006. – С. 188–192.
3. Геология шельфа УССР. Стратиграфия (шельф и побережье Черного моря). – Киев: Наукова думка, 1984. – 182 с.
4. Дикань Р.І. Систематика четвертинних остракод України (довідник-визначник). – Київ: ІГН НАНУ, 2006. – 430 с.
5. Коробков И.А. Моллюски бучакской и киевской свит Южной Украины. – Львов.: ЛГУ, 1962. – 96 с.
6. Макаренко Д.Е., Белокрыс Л.С. Среднеэоценовые отложения среднего течения реки Ингульца // Палеонтол. сб. – 1985. – №22. – С. 79–85.
7. Носовский М.Ф., Ярцева М.В. Палеогеновые отложения южного склона Украинского кристаллического массива // Палеогеновые отложения юга европейской части СССР. – М.: АН СССР, 1960. – С. 179–186.
8. Рябоконт Т.С. Мелкие бентосные фораминиферы среднего эоцена южной части Украинского щита. – Київ: ІГН НАНУ, 2006. – С. 193–201.
9. Рябоконт Т.С. Фораминифери середнього еоцену південного схилу Українського щита: Автореф. дис. ... канд. геол.-мин. наук. – Київ, 1993. – 21 с.
10. Шеремета В.Г. Остракоды палеогена Украины. – Львов: ЛГУ, 1969. – 300 с.

**РАСТИТЕЛЬНЫЕ ОСТАТКИ ИЗ ВЕРХНЕПАЛЕОЗОЙСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ
АНЖЕРО-СУДЖЕНСКОГО РАЙОНА КУЗБАССА**

Ю.В. Гольцова

Научные руководители доцент И.В. Рычкова, заведующая музеем Л.Г. Пороховниченко
Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Изучение растительных остатков Анжеро-Судженского района Кузбасса играет важную роль в расчленении и обосновании возраста угленосных толщ. Регион является важнейшей областью угледобычи России. Поэтому новые данные по этому региону могут представлять большой интерес и научное значение.

Анжеро-Судженский район расположен в северной части Кузнецкого бассейна. В тектоническом плане основной структурой территории является Анжеро-Судженская синклиналь, вытянутая с юго-востока на северо-запад, постепенно погружающаяся в северо-западном направлении. Отложения угленосной балахонской серии (карбон-нижняя пермь) представлены песчаниками, алевролитами, аргиллитами, углями и многочисленными слоями с растительными остатками [1].

Из этой части разреза в 60-х годах XX века О.К. Скрипко собрана коллекция растительных остатков, насчитывающая порядка 300 образцов, что составляет не менее 1000 палеонтологических объектов [2]. На данном этапе автором работы из этих сборов было определено около 170 отпечатков растений, среди которых птеридофиты – *Angarodendron*, *Calamites* и *Annularia*; пинофиты – *Gondwanidium*, *Angaropteridium*, *Cordaites* и *Ruffloria*. Преобладают в коллекции листья кордаитовых, не изученные ранее с применением эпидермальных методов. Поэтому, целью работы явилось освоение метода эпидермальных (микроструктурных) исследований, описание растительных остатков и определение возраста вмещающих их отложений.

Методы эпидермальных исследований кордаитовых детально разработаны С.В. Мейеном и Л.В. Глухой. Впоследствии такие исследования стали широко применяться на практике и показывать хорошие результаты для решения стратиграфических задач. Отпечатки кордаитовых автором изучались при помощи микроскопа МБС-10 (в отраженном свете с увеличением до 100 раз). Форма описания и терминология применены в соответствии с работами С.В. Мейена [3] и Л.В. Глухой [4]. Ниже приведены описания некоторых остатков листьев кордаитовых из указанной коллекции под № 70, которая хранится в фондах палеонтологического музея ТПУ.

**Отдел Pinophyta. Голосеменные
Порядок Cordaitales. Кордаитантовые
Род *Ruffloria* S. Meyen 1964**

Ruffloria superba Gluchova

Табл., Фиг. 1.

1989. *Ruffloria superba* Глухова. Систематика, микроструктура, стратиграфическое распространение рупфлорий, с. 41–42, табл. 6, фиг. 9.

Голотип. СФУ ИГДГГ, экз. №166/6-1 (табл. 6, фиг. 9); Кузнецкий бассейн, г. Прокопьевск, шахта «Зиминка 3-4», скв. 6694, гл. 6694, гл. 201 м; нижняя пермь, промежуточная свита.

Описание. Из описанных образцов 3 экземпляра отнесены к данному виду и представлены фрагментами средних по ширине или широких листьев. Ширина листьев 15-30 мм. Отпечатки основания и верхушки не сохранились.

Лист медленно сужается кверху и книзу. Ширина к середине листа достигает 30 мм. Жилки тонкие, прямые, хорошо выражены, почти параллельны друг другу. Густота жилок составляет 12-15 жилок на 5 мм. Жилкование более редкое в середине листа и учащается ближе к краям. Края верхнего листа подогнуты книзу. Сохранилась частями фитолейма.

Верхняя эпидерма (в. э). Через в. э. пропечатываются жилки и дорзальные желобки (ДЖ).

Нижняя эпидерма (отпечаток). ДЖ выражены в различных частях листа по-разному. По оси они более широкие, к краям сужаются, что связано с подогнутостью краев листа. По листу ДЖ распределены равномерно. ДЖ широкие, рельефные, неравномерные по ширине, без укрепляющих тяжей. Под жилками отпечатались извилистые ряды удлинённых жилок. В осевой части листа видны волоски.

Сравнение. От *R. rasskasovae* отличается более широкими и ровными ДЖ и формой верхушки; от *R. cunita* Gluchova - отсутствием волосков в центральной части листа, формой листа и более узкими ДЖ.

Местонахождение и распространение. Кузнецкий бассейн, Анжерский район, шахта 9-15, горизонт 10.

Ruffloria rasskasovae Meyen

Табл., Фиг. 2.

1961. *Noeggerathiopsis latiolia* Шведов. Пермская флора севера Енисейско-Ленского края, стр. 106, табл. XXXV, фиг. 3

1966. *Ruffloria rasskasovae* Мейен. Кордаитовые верхнего палеозоя северной Евразии, стр. 128, табл. XXVIII, 1-6; фиг. 42. а-в.

Голотип. ГИН, № 3733:364, 364а-2, Тунгусский бассейн, правый берег р. Нижней Тунгуски против р. Хуко («Щеки»), верхняя часть обнажения; бургуклинская свита, нижняя пермь: табл. XXVIII, 3, 4.

Описание. Из описанных образцов 2 экземпляра отнесены к данному виду и представлены фрагментами средних по ширине листьев. Ширина листьев 15-20 мм. Наибольшей вариации в форме испытывает верхушка, которая имеет у одних экземпляров полукруглая и слегка притупленная, а у других лопатовидная. Основание слабо сохранилось на одном отпечатке (табл., фиг. 2).

Лист по всей длине практически не меняется в ширине (14 мм). Жилки тонкие, прямые, слегка веерообразные, четко выражены. В осевой части проявляются реже, а ближе к краям учащаются. Фитолейма средней сохранности.

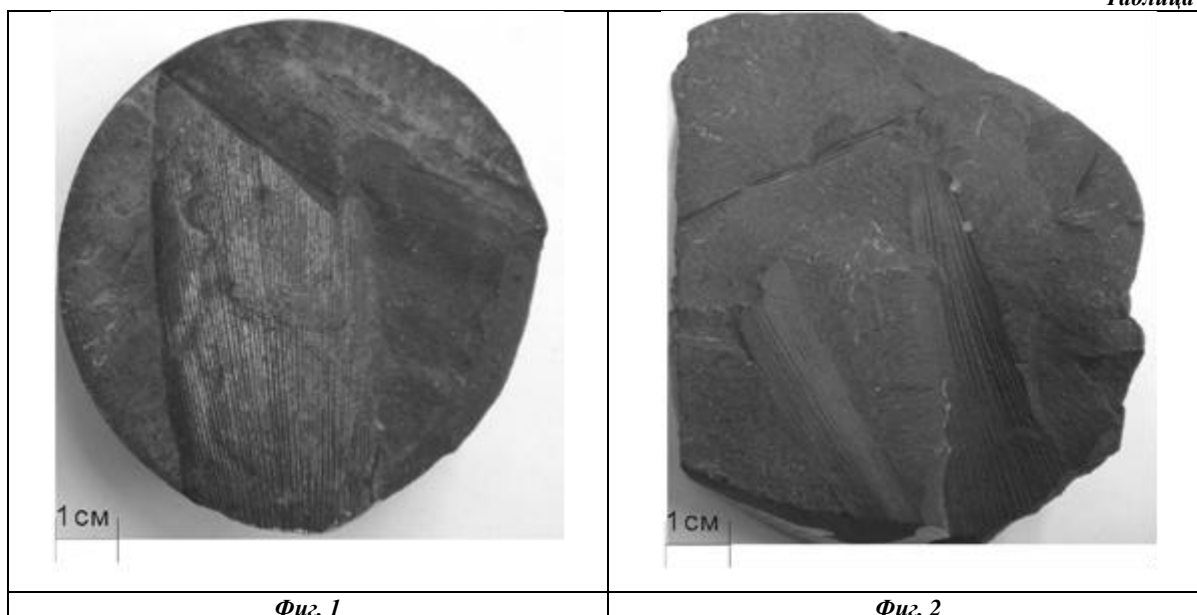
Верхняя эпидерма (в. э): через в. э. пропечатываются жилки и дорзальные желобки (ДЖ), причем и жилки и ДЖ видны отчетливо. ДЖ по всей ширине листа видны хорошо, они ровные, но неравномерные по ширине, желобки узкие. Нижняя эпидерма представлена отпечатком. ДЖ выражены хорошо и одинаковы по ширине во всех частях листа, желобки тонкие, рельефные. По листу распределены равномерно, также видны тонкие отпечатки жилок.

Сравнение. От *R. superba* Gluch. отличается более узкими ДЖ и короткой верхушкой.

Местонахождение и распространение. Кузнецкий бассейн, Анжерский район, шахта 9-15, горизонт 10.

В результате исследований автор познакомился с методикой эпидермальных (микроструктурных) исследований, выполнил определения и морфолого-микроструктурные описания кордаитовых листьев. Установленные виды характерны для нижнепермских отложений Анжеро-Судженского района Кузбасса.

Таблица



Объяснения к таблице

Rufhoria superba Gluchova

1. Средняя часть крупного листа. Кузнецкий бассейн, Анжерский район, шахта 9-15, горизонт 10; нижняя пермь (?), экз. № 70/1652.

Rufhoria raskasovae Meyen

2. Верхняя эпидерма листа с пропечатанными ДЖ и жилками. Кузнецкий бассейн, Анжеро-Судженский р-н, шахта 9-15, горизонт 10, скв. 3100, глубина 375-390 м, нижняя пермь (?); экз. № 70/1057.

Литература

1. Глухова Л.В. Основы палеоботаники. Учебное пособие. – Красноярск, 2002. – 81 с.
2. Гольцова Ю.В. Позднепалеозойская флора севера Кузбасса // Проблемы геологии и освоения недр: Труды XV Межд. симпозиума им. академика М.А.Усова. – Томск, 2011. – Т.1. – С. 48-50.
3. Мейен С.В. Кордаитовые верхнего палеозоя северной Евразии: Дис. канд. геол.-минер. наук – Москва, 1964. – 24 с.
4. Угольная база России: Угольные бассейны и месторождения Западной Сибири (Кузнецкий, Горловский, Западно-Сибирский бассейны, месторождения Алтайского края и Республики Алтай) / Гл. ред. В.Ф. Череповский. – М.: Геоинформцентр, 2003. – Т.2. – 602 с.

ОСОБЕННОСТИ ЛОКАЛИЗАЦИИ ТВЕРДЫХ БИТУМОВ В ДОЛЕРИТАХ «КРАСНОЙ
ГОРКИ» (РЕСПУБЛИКА ХАКАСИЯ)

О.А. Джабиев, Д.И. Морозов

Научные руководители доцент Б.Д. Васильев, инженер Н.Н. Мартынова

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г.Томск, Россия

В 2011 году, во время геолого-съёмочной практики на учебном геологическом полигоне ТПУ в Хакасии, нами был обследован район Красной Горки между озерами Шунет-Шира-Иткуль и составлена

схематическая геологическая карта масштаба 1:5000 района Красной Горки, включая Красногорское проявление твердых битумов. Выявлены новые детали структуры участка, собран каменный материал, позволивший по-новому рассмотреть взаимоотношения минеральных фаз в «миндалинах» долеритов.

Твердые битумы в долеритах Красной Горки описаны Г.С. Федосеевым [2,3] как пиробитумы, возникшие в результате термического воздействия долеритов на **ксенолиты** органогенных известняков кембрия [2] или строматолитовых известняков нижнего девона [3], захваченных базальтовой магмой силла Красногорского – 2. Силла Красногорский – 2 в форме полумесяца, по Г.С. Федосееву, залегает среди алевролитов кузьменской (шунетской свиты) в замке Кузьменской антиклинали, погружающейся на СВ. В центральной части силла, на площади 300×400м, им отмечено до 10 крупных **миндалин** пренита с кальцитом, самая крупная из которых (40×70см) содержала, кроме того, твердые битумы и **реликты** тонкослоистого мраморизованного и пренитизированного **известняка**. «Пиробитум образует межсферолитовые выделения в пренитовых агрегатах и выполняет центральные части пренитовых секрещий. В реликтовых участках мраморизованного и **пренитизированного известняка** характер его (битума – Д.М.) распределения **подчеркивает первичную его (известняка – Д.М.) слоистость.**»[3, с.1111].

Полученные нами полевые материалы и результаты камеральной обработки коллекций позволяют нам внести существенные коррективы в представления Г.С. Федосеева о «миндалинах», «ксенолитах известняков» с тонкой «первичной слоистостью», в обоснование деструктивно-возгонного характера образования пиробитумов Красной Горки.

Каковы новые факты и выводы?

1. Силла Красногорский – 2 на участке проявления твердых битумов (рис.1) разбит серией сближенных дизъюнктивов СЗ простираения, поперечных к оси Кузьменской антиклинали. Они образуют зону шириной 120м, хорошо узнаваемую на аэрофотоснимках масштаба 1:25000. Главным в зоне является западный дизъюнктив, падающий под углом 82° на ЮЗ и представляющий крупный сброс всячего западного крыла: видимая горизонтальная амплитуда смещения кровли силла составляет порядка 80-100м к югу, т.е. площадь выхода силла к западу от разлома сокращается и, по аналогии с силлом Красногорский – 1, кровля которого ундулирует (полого под углами 15°-18° погружается на З и В), силла Красногорский – 2, вероятнее всего, является продолжением силла Красногорский – 1, вторым его выходом на ундулирующей антиклинальной складке (рис. 2).

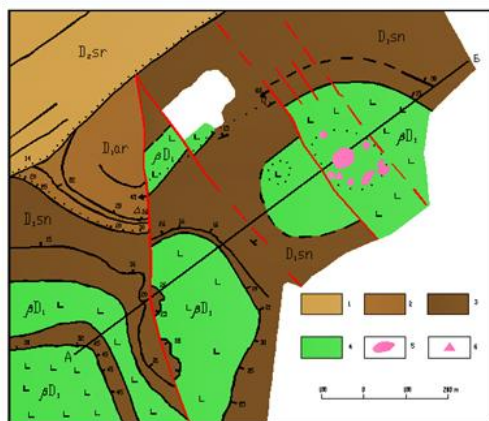


Рис.1. Схематическая геологическая карта района Красной Горки. 1-сарагайская свита; 2-арамчакская свита; 3-шунетская свита; 4-кузьменский комплекс долеритов; 5-пренитизация; 6-проявление твердых битумов.

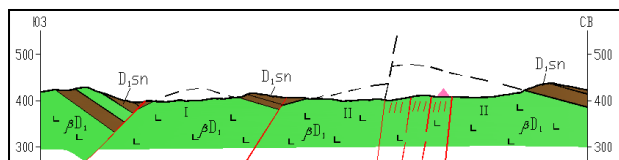


Рис.2. Геологический разрез

2. Красногорское проявление твердых битумов вписывается в выявленную зону разломов, локализовано в центральной части силла на площади 120×175м в гидротермально измененных долеритах, устойчивых к выветриванию и образующих, таким образом, крупный холм, окаймленный полосой миндалекаменных долеритов, рассыпающихся в дресву и образующих кольцевую отрицательную форму рельефа, что видно и на аэрофотоснимке. В пределах холма в долеритах картируется не менее 10 участков проявления пренитизации различных размеров и форм. Особенно сильно пренитизация проявлена в южной части холма, где и расположена самая крупная «миндалинка» (40×70см), описанная Г.С. Федосеевым (рис.3). Она представляет собой «каверну» – полость растворения и выщелачивания долерита гидротермальными растворами, на половину заполненную сферическими, радиально-лучистыми агрегатами зеленого пренита (рис.4). Большая часть каверн в пределах Красногорского проявления на этой стадии была заполнена пренитом. В главной каверне на сферолитах пренита образуются наросты розового тонкозернистого арагонита (рис.5,6).

В четырех мелких «ваннах» внутри каверны продолжалось нарастание тонкозернистого розового арагонита, образовавшего подложку мощностью в доли см (рис. 7), на которой вырастали из гидротермального раствора кораллоподобные ветвящиеся арагонитовые стержни, ребра, разделяющие полость на отдельные мелкие «ванночки», заполненные гидротермальным раствором, из которого в них отлагался горизонтально (природный уровень!) слой чистого белого мелкокристаллического кальцита. Завершался процесс отложением черного пластичного битума, упиравшегося в стенки «ванночки». Пульсация раствора привела к формированию тонко полосчатого «известняка» с прослоями битума, заполняющего «ванну». При последующем поступлении

растворов на отложившемся битуме, появлялись розетки розового арагонита, не связанные с базовым слоем, процесс отложения кальцита и битума возобновлялся.

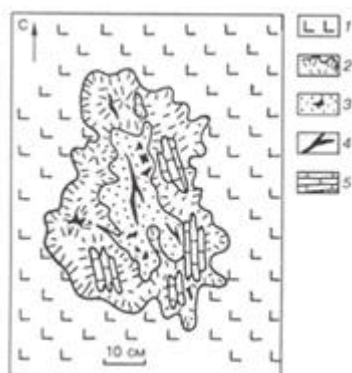


Рис.3. Строение кальцит-пренитовой миндалины с пиробитумом (по Г.С. Федосееву,[3]). 1 – долерит, 2– пренит, 3.– кальцит с вкрапленным пиробитумом, 4 – прожилковый пиробитум, 5 – ксенолиты полосчатых мраморов с вкрапленным и прожилковым пиробитумом

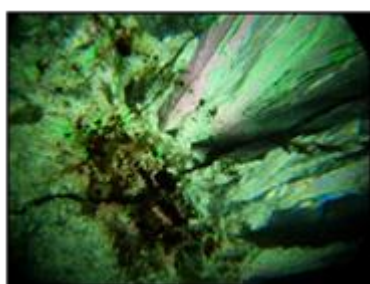


Рис. 4. Пренит



Рис. 5. 1-сферолиты пренита, 2-тонкозернистый розовый арагонит, 3-кальцит с битумом



Рис.6. Горизонтальная слоистость кальцит-битумного «известняка»



Рис. 7. Строение «ксенолита»

Таким образом, показанные Г.С. Федосеевым четыре «ксенолита тонко полосчатых известняков» представляют собой гидротермальные образования, являющиеся самыми молодыми новообразованиями в полости каверны. Поскольку ксенолиты и известняки не подверглись, то и обоснование деструктивно-возгонного характера образования битумов лишено основания. Битумы, как мы видим, образуются в процессе гидротермальной деятельности, наложенной на долериты в зоне разломов.

Аналогичная картина наблюдается у оз. Шунет, где долериты шунетского силла в зоне разлома поражены гидротермальной наложенной минерализацией с кальцитом, керитом и самородной медью. На Сохочульском нефтепроявлении с субмеридиональными дизъюнктивами связаны проявления в покровных базальтах жильного керита с кальцитом, кварцем, самородной медью и самородным железом. Быскарская серия на Сохочуле, вмещающая проявления твердых битумов, залегает на гранитном батолите и лишена нефтематеринских пород. С учетом этого сделан вывод об эндогенной природе керитов [1].

Литература

1. Писоцкий Б.И., Готтих Р.П., Васильев Б.Д., Журавлев Д.З. Генетические аспекты образования углеродистых веществ Минусинской впадины // Доклады РАН. 2006. – Т.410 – №6. – С. 804-808.
2. Федосеев Г.С. Жильный керит в долеритовом силле (учебный полигон "Шира") // Опыт, проблемы и перспективы геологического образования: научно-методические материалы, 1995. - вып.1, – С. 14-19.
3. Федосеев Г.С., Фадеева В.П., Мелиневский В.Н. Жильный пиробитум в долеритах кузьменского комплекса (Минусинский межгорный прогиб) // Геология и геофизика. – М., 2001. – Т.42 – №7, – С. 1110-1117.

ФАУНИСТИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ВОЗРАСТА БЫСКАРСКОЙ СЕРИИ ОКРЕСТНОСТЕЙ ПОСЕЛКА ШИРА

И.А. Дорофеева

Научные руководители доцент Б.Д. Васильев, доцент Н.В. Гумерова

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Сложная по составу и строению быскарская осадочно-вулканогенная серия, слагающая обрамление Минусинского межгорного прогиба и отвечающая начальному этапу его формирования, залегает с резко выраженным региональным угловым несогласием на салаиро-каледонском складчатом основании и, в свою очередь, с региональным угловым несогласием перекрыта отложениями позднеживетской трансгрессии. Она образует самостоятельный структурный подэтаж герцинского структурного комплекса. Серия фациально изменчива, слагается преимущественно базальтами, трахиандезитами и их туфами. Терригенные и карбонатные породы залегают среди вулканитов отдельными пачками, мощность которых с запада на восток увеличивается.

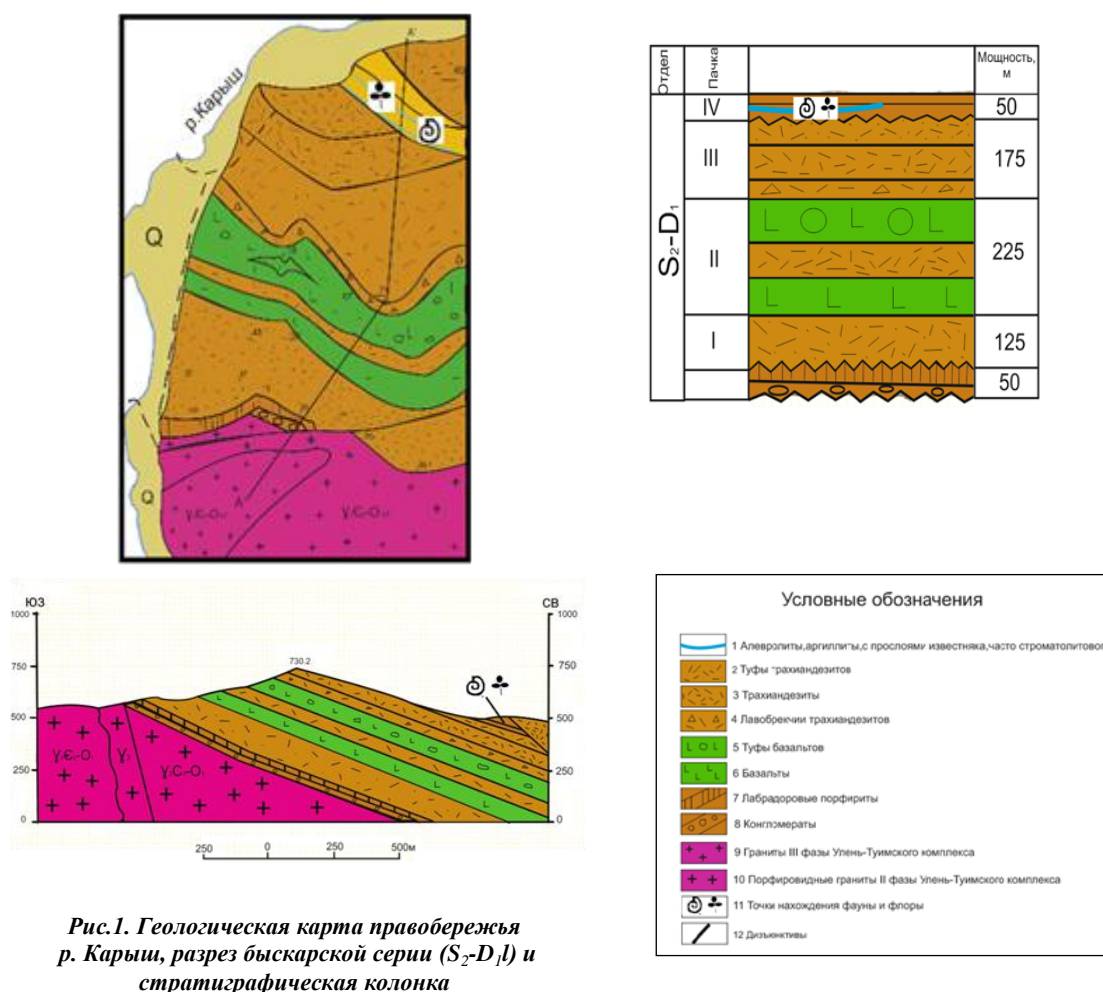


Рис.1. Геологическая карта правобережья
р. Карыши, разрез быскарской серии (S₂-D₁) и
стратиграфическая колонка

На раннем этапе изучения (А.Н.Чураков, Я.С. Эдельштейн и др.) серия датировалась как S₂-D₁. В 1962 году Е.А. Шнейдер и Б.П. Зубкус предложили назвать серию быскарской по Быскарскому стратотипу на правобережье р. Енисей, отнесли её к D₁₋₂ и расчленили на три свиты: имирскую (кислые вулканиты), шунетскую (терригенно-карбонатную) и тонскую (основные вулканиты). На левобережье р. Енисей, в Северо-Минусинской впадине им соответствовали матаракская, шунетская и марченгашская свиты. По риниофитам возраст быскарской серии был уточнен А.Р. Ананьевым как ранний девон [1].

В 2002 г. у пос. Малый Спирин Б.Д. Васильевым была впервые найдена морская фауна ругоз, коллекция которой более тщательно отбиралась в 2008 году. В результате исследования Н.В. Гумеровой и К.С. Мельник был определен род *Distinctus micrus* и возраст отложений как позднесилурийский [2,3]. В 2009 году Н.В. Гумеровой были проведены повторные сборы фауны в правобережье р. Карыш.

В геологическом строении участка [рис.1] принимают участие вулканогенно-осадочные отложения быскарской серии, залегающие с угловым несогласием на размытой поверхности Улень-Туимского гранитоидного батолита. В основании разреза залегает линза валунных конгломератов, перекрытая лавовыми

потоками лабрадоровых порфиритов. Основной вулканогенно-осадочный разрез быскарской серии представляет собой на этом участке гомоклиналь с углами падения 20-25° и подразделяется на 4 пачки.

Пачка I, представленная туфами трахиандезитов, залегает с угловым несогласием на лабрадоровых порфиритах и непосредственно на размытой поверхности гранитоидного батолита. Мощность её 125 м.

Пачка II представлена лавовым потоком базальтов в нижней части и туфами базальтов в верхней.

Мощность её 225 м. В составе пачки отмечен маломощный поток трахиандезитов.

Пачка III в основании представлена лавобрекчиями трахиандезитов, трахиандезитами и венчается туфами трахиандезитов. Мощность пачки 175 м.

Пачка IV представлена алеволитами и аргиллитами, содержащими линзы известняков с морской фауной. В терригенных прослоях – фрагменты риниофит. Эта пачка залегает с угловым несогласием на вулканитах третьей пачки. Мощность её не менее 50 м.

Органические остатки ругоз, собранные в 2009 году, были расшлифованы и изучены в продольном и поперечном сечениях в количестве 22 экземпляров. Они определены как вид *Tryplasma karcevae Bulvanker* [рис.2]. Отсюда следует, что возраст быскарской серии – не выше Лохковского.

Ниже представлено палеонтологическое описание ругоз этого вида:

Tryplasma karcevae Bulvanker

Материал. Описано 22 прозрачных шлифа.

Диагноз. Небольшие одиночные цилиндрические кораллы диаметром 4-8 мм (средний диаметр 7 мм). Максимальная длина кораллита 13 мм, средняя 7 мм. На средний диаметр приходится 36 септ двух порядков. Большие септы тонкие, по длине достигают 1/4-1/2 радиуса. Малые септы короткие, составляют 1/3 длины больших септ. Септы утончаются к центру. Днища полые, горизонтальные, тонкие (количество днищ на 5 мм – 4).

Имеется глубокая чашка с широким плоско-вогнутым дном.

Возраст. Ранний девон, раннелохковский подъярус.

Распространение. Салаир, томь-чумышские слои.

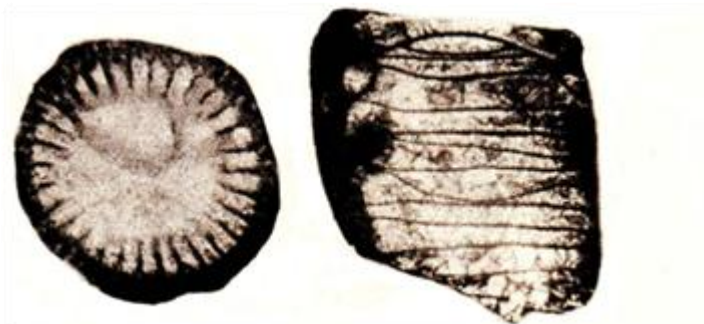


Рис 2. *Tryplasma karcevae Bulvanker* (поперечное и продольное сечения)

Таким образом, новая, вторая находка ругоз позволяет определить стратиграфическое положение быскарской серии на границе силурийской и девонской систем.

Литература

1. Васильев Б.Д., Гумерова Н.В., Мезенцева О.П. Фаунистическое обоснование времени заложения межгорных прогибов Алтае-Саянской складчатой области // Эволюция жизни на Земле: Материалы IV Международного симпозиума, 2010. / Отв.ред. В.М. Подобина. – Томск: ТМЛ-Пресс, 2010. – С. 220-222.
2. Васильев Б.Д., Гумерова Н.В., Мельник К.С. Находка силурийских ругоз в быскарской серии Минусинского прогиба // Центр учебных геологических практик ТПУ в Хакасии и его основатель Г.А.Иванкин: сборник научных статей и воспоминаний. Сост. Б.Д. Васильев, С.С. Гудымович. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2009. – С. 49-56.
3. Гумерова Н.В., Васильев Б.Д., Мельник К.С. Палеогеография и находка силурийских ругоз в быскарской серии Минусинского прогиба // Верхний палеозой России: стратиграфия и фациальный анализ: Материалы Второй Всероссийской конференции, посвященной 175-летию со дня рождения Н.А. Головкинского – Казань: Изд-во Казанского государственного университета, 2009. – С. 48-49.

МОРФОЛОГИЯ ЗОЛОТИН ИЗ ТУГОЯКОВСКОГО РУДОПРОЯВЛЕНИЯ (ТОМСКАЯ ОБЛАСТЬ)

А.И. Зубрилина

Научные руководители доцент С.С. Гудымович, инженер Н.Н. Мартынова
Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Томский рудный район расположен на правом берегу р. Томи и охватывает окрестности г. Томска с радиусом до 30 км. В геологическом строении Томского рудного района принимают участие глинистые сланцы, алевролиты и песчаники лагерносадской - C_{1lg} и басандайской - $C_{1,2 bs}$ свит, смятые в напряженные линейные складки север-северо-восточного простирания в герцинский цикл тектогенеза, а в триасовый период прорванные многочисленными дайками долеритов (Томский монзогаббротрахидолеритовый комплекс - T_{1-2} [1]) и многочисленными кварцевыми прожилками, внедрившимися, в основном, по складчатым поперечным трещинам отрыва.

На некоторых участках рассматриваемой территории наблюдается заметное сгущение кварцевых прожилков, жил и даек долеритов. Если это сгущение сопровождается еще и проявлениями рудной гидротермальной минерализации в жильном кварце, геохимическими аномалиями («ассоциации» меди, мышьяка, цинка, свинца, ртути по данным металлотрического опробования рыхлого покрова по Е.В. Черняеву), шлиховым золотом и киноварью по гидросети, то такие участки выделяются как рудные узлы.

Одним из таких узлов в пределах Томского рудного района является Тугояковский золоторудный узел, расположенный на самом юге района, на границе с Кемеровской областью и занимающий, в основном, правобережье р. Тугояковка. Именно для этой территории С.С. Гудымовичем [2] установлено самое высокое сгущение рельефных линеаментов (по данным дешифрирования аэрофотоснимков), скорее всего являющихся поверхностным проявлением складчатой поперечной трещиноватости, контролирующей внедрение даек и жильного кварца, что повышает его перспективность.

Основными задачами данного исследования является изучение и, описание золотин из рудных и россыпных объектов Тугояковского узла. В процессе работы были изучены золотины, полученные из двух сборных проб. Первая проба (протолочка) была отобрана преимущественно из обломков кварца с включениями вмещающих сланцев из Батуриновского рудопроявления. Вес первой пробы 10 кг. По внешнему виду можно выделить, по крайней мере, две разновидности кварца. Первая разновидность кварца в виде тонких (от 2 до 5 см) прожилков рассекает углито-глинистые толщи басандайской свиты. На контакте жилки видны остатки углистого вещества с зеркалами скольжения. Кварц серо-белый с включениями арсенопирита в виде гнезд и тонких прожилков. Арсенопирит имеет короткопризматический габитус. Вторая разновидность кварца отличается от первого своей блоковой структурой, обохренностью и большей мощностью (до 10 - 15 см). Также содержит включения арсенопирита в виде гнезд и прожилков. Проба измельчалась на щековой дробилке до размера 1 мм, затем отмучивалась, высушивалась, отсеивалась на фракции (более 1 мм, 1 - 0.5 мм, 0.5 - 0.25 мм и менее 0.1 мм) и каждая фракция отмывалась до появления сульфидов (в данном случае арсенопирита). После высушивания все фракции разделялись в тяжелой жидкости (бромформе). В результате такой тщательной обработки удалось обнаружить золотинки размером от 0.6 мм до менее 0.1 мм, которые отбирались вручную под бинокуляр. В пробе было найдено 42 знака золота. Золотинки мелкие от 0.63 мм до 0.01 мм и меньше. По внешнему облику золото из первой пробы одинаковое бледновато-желтое сложной формы. Во фракции 0.5 и 0.6 мм золотинки цементационной сложной формы, губчатого строения, не освобожденные от кварца (рис. 1).

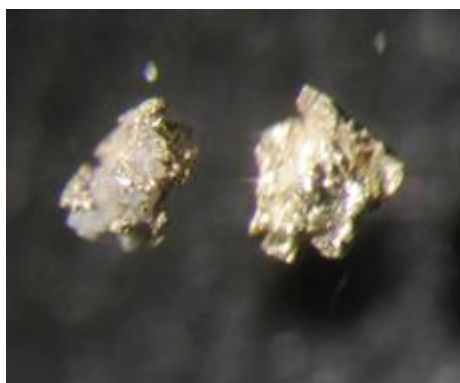


Рис. 1. Фракции 0.5 мм и 0.6 мм



Рис. 2. Фракции от 0.2 мм до 0.4 мм

Также в первой пробе отмечаются золотинки размерности 0.25 – 0.3 мм комковидной формы с плотным ядром см. рис. 2 верхний ряд и золотинки размерностью 0.2 – 0.4 мм амебообразной, губчатой и ажурной формы 2 и 3 ряд на рис. 2. Золотинки размером менее 0.1 мм в основном комковидные, изометричные. В этой же пробе обнаружены зерна киновари в количестве редких знаков.

Вторая проба была отобрана из разных участков Тугояковского золоторудного узла, включая аллювиальные отложения. Вес пробы 30 кг. Эта проба сначала отмучивалась от глинистой фракции, затем после высушивания, разделялась на фракции (см. первую пробу), и каждая фракция доводилась в чашке как обычный шлик, пока не показывались золотишки. Во фракциях более 1 мм, 1–0.5 мм золотишки извлекались под бинолупой вручную. Фракции 0.5–0.25 мм, 0.25–0.1 мм и менее 0.1 мм разделялись в тяжелой жидкости; после этого также вручную отбирались под бинолупой. Во второй сборной пробе присутствует золото двух разновидностей. К первой разновидности относится золото ярко-желтое, красноватое, хорошо окатанное (см. рис. 3). Размерность золотин от 2 мм до 0.1 мм. Золото второй разновидности бледно-желтое, неокатанное, губчатой и амебообразной формы, размерность также различная. Данная разновидность золотин преобладает во всех фракциях начиная от 1-2 мм и до 0.25–0.1 мм и менее (рис 4 и 5).



Рис. 3. Золото окатанное первой разновидности, фракция 0.5–1 мм

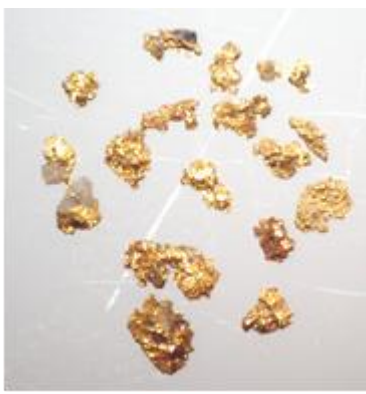


Рис. 4. Золото неокатанное второй разновидности, фракция 1–2 мм



Рис. 5. Золото неокатанное второй разновидности, фракция 0.25–0.1 мм

В целом в пробе преобладают неокатанные золотишки. Они находятся, как отмечено выше, почти во всех фракциях. Это золотишки различной формы: пластинчатые, комковидные, ячеистые, губчатые и удлинённые. Несмотря на минимальный объем исследованного материала, авторы берут на себя смелость сделать некоторые выводы.

1. По морфологии золотин можно судить о генетической формации и типе коренных золоторудных проявлений. Изученные формы золотинок, а именно пластинчатые, удлинённые, комковидные и др., характерны для процессов заполнения трещин в кварце и цементации раздробленных минералов рудных тел с их заменой при росте выделений самородного золота (по классификации Н.В. Петровской [3]). Сказанное подтверждает, что главной золотоносной формацией Батуриного узла является золото-кварцевая (штокверковая).

2. Батуриновское рудопроявление А.И. Скогоревым отнесено к золото-сульфидно-кварцевому типу оруденения, а Е. В.Черняевым – к золото-серебро-мышьяковой (Au, Ag, As) геохимической ассоциации золото-кварцевой минерализации. Наличие в первой пробе киновари, с одной стороны, позволяет протянуть на северо-запад и распространить на все правобережье р. Тугояковки показанную А.И. Скогоревым в среднем течении реки зону золото-ртутного оруденения. С другой стороны, невозможно опровергнуть и доводы Е.В. Черняева, считающего, что проявления ртути контролируется зонами нарушений и с золотом не связаны.

3. В сборных пробах преобладают золотины с коэффициентом формы $K_{\phi} = d/h = 2-3$, т.е. явно меньше пяти. По Н.А. Шило [4], такая форма золотин, с одной стороны, благоприятна для россыпеобразования в долине р. Тугояковка. Однако в пробах преобладают золотины с размером менее 0.25мм (более двух третей от массы), что является отрицательным показателем для процесса россыпеобразования. По всей вероятности, рассчитывать на богатые россыпи в долине р. Тугояковка не следует из-за преобладающей размерности золотин менее 0.25 мм.

Но минерализованные зоны с прокварцеванием остаются интересными объектами для обнаружения коренных месторождений и рудопроявлений золота.

Литература

1. Ворошилов В.Г., Коробейников А.Ф., Чернышов А.И. и др. Металлогения (Au, Pt, Pd) магматических комплексов Томь-Яйского междуречья. – Томск: STT, 2001. – С. 61–67.
2. Гудымович С.С., Рычкова И.В., Рябчикова Э.Д. Геологическое строение окрестностей г. Томска. – Томск: Изд-во ТПУ, 2009. – С. 66–68.
3. Петровская Н.В. Самородное золото. – М.: Наука, 1973. – 347 с.
4. Шило Н.А. Основы учения о россыпях. – М.: Наука, 1985. – 400 с.

**ТЕКТОНО-ФАЦИАЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ СТРОЕНИЯ НОРА-НИМКАНСКОГО
РУДОПЕРСПЕКТИВНОГО РАЙОНА (ПРИАМУРЬЕ)****В.Н. Ищенко, Д.В. Семенов, А.Ю. Щанов**

Научный руководитель доцент В. И. Стреляев

Национальный исследовательский Томский государственный университет, г. Томск, Россия

В основу положен фактический материал, собранный авторами в период прохождения производственных практик в течение 2010-2011 гг. Данная территория расположена в пределах Амура-Охотского звена Монголо-Охотской складчатой системы. Монголо-Охотская складчатая система сформировалась в рифее на границе Амурского и Алдано-Станового геоблоков в результате раздвиговых деформаций. Рассматриваемая территория расположена в Приохотской мегазоне Амура-Охотского звена Монголо-Охотской складчатой системы в пределах Селемджинской подзоны (СФП) Селемджино-Кербинской СФЗ. Она представляет собой узкую протяженную тектоническую структуру типа континентального рифта. В пределах этой складчатой системы горизонтальные перемещения различных направлений продолжались до триаса – ранней юры. В результате интенсивных напряжений растяжения и сжатия Монголо-Охотская складчатая система приобрела чешуйчато-надвиговой облик.

Исходя из вещественного состава пород и образуемых ими структурных форм и условий их формирования, в структурно-геохронологическом отношении в районе обособляются нижний среднепалеозойский и верхний позднепалеозойский структурные этажи.

Нижний среднепалеозойский структурный этаж (НСЭ) расположен в северной части территории, по левобережью р. Норы, а также фрагментарно в виде останцов по всей площади исследования. Представлен образованиями диабазово-песчано-глинистой формации, объединяющей девонские толщи вулканогенно-осадочного комплекса. Средняя толща с «аномальным» включением метабазитов разделяет формацию на три части: песчано-глинистую с преобладанием граувакковой составляющей; глинисто-диабазовую с преобладанием метавулканитов и глинистую с широким развитием тонкого флишоидного переслаивания алеврито-псаммитовых отложений. Такая вертикальная зональность отражает отчетливую тенденцию к углублению бассейна седиментации с постепенным усилением тектонической активности, особенно проявленной в среднюю стадию (массовое излияние вулканитов основного состава).

Верхний позднепалеозойский структурный этаж (ВСЭ) развит на большей части исследуемой площади. В пределах Селемджинской подзоны образования этажа представлены зеленосланцево-песчаниково-алевролитовой углеродсодержащей формацией с габбро-диорит-плагиигранитовым комплексом. Взаимоотношения с более ранними стратифицированными образованиями повсеместно тектонические. В восточной части породы ВСЭ несогласно перекрываются вулканогенными образованиями мелового возраста [2].

Зеленосланцево-песчаниково-алевролитовая углеродсодержащая формация ВСЭ представлена мынской (PZmn), златоустовской (PZzl) и сагурской (PZsg) свитами и образует в пределах района ряд складчатых форм различного порядка. Структуры первого порядка представлены Иликанской антиклиналью. Иликанская антиклиналь прослежена через всю исследуемую территорию в юго-восточном направлении. Общая её протяженность более 30 км, сложена породами мынской и златоустовской свит. Шарнир складки предположительно погружается в восточном направлении. Углы погружения пород на крыльях структуры примерно одинаковы. Однако южное крыло подвергнуто интенсивным коллизионным деформациям. В его пределах выделяются сопряженные складки второго порядка длиной 4-18 км и размахом крыльев до 2 км. Эти складки сложены породами сагурской или златоустовской свит, положение их шарниров не ясно.

В пределах крыльев охарактеризованных структур устанавливаются мелкие, с размахом крыльев от первых сантиметров до 5 м, разнообразной формы осложняющие складки. Среди них отмечаются нормальные, опрокинутые и лежачие, симметричные и асимметричные, изоклиналильные и веерообразные и другие формы. Оси мелких структур ориентированы разнообразно, углы их погружения не превышают 10° . В образованиях формации широко проявлена плейчатость в виде небольших складочек шириной 0,3-0,4 м, при высоте до 0,5 м. Эти складки большей частью опрокинуты, изоклиналильные, иногда лежачие, типа складок волочения. В замковых частях остроугольных плексов отмечается значительное утолщение прослоев и особенно выделений кварца. Интенсивность складчатости сопровождается широким развитием кливажа различных типов. Наиболее четко проявлен кливаж течения, совпадающий со слоистостью, что не позволяет его применение для определения опрокинутого залегания слоев. Менее распространен кливаж разлома. Со складчатыми структурами тесно связана линейность, представленная линейной ориентировкой бугорчатости, штриховки, осей мелких складок.

Габбро-диорит-плагиигранитовый комплекс образует инъективные структуры ВСЭ. Тела, относимые к пиканскому интрузивному комплексу, занимают субсогласное положение в основных структурах позднепалеозойского СЭ. Выходы пород комплекса приурочены к разрывным нарушениям и сводовых частей антиклинальных структур. В целом структуры слагают Монголо-Охотский фрагмент Селемджинской СФП, который полностью соответствует понятию «зона смятия».

Складчатые и инъективные структуры нарушены сетью разноориентированных разрывных нарушений, имеющих ведущее значение в современной структуре района. Среди них выделяются две основных системы – субширотная и субмеридиональная. Разломы первой системы являются наиболее крупными по протяженности и по амплитудам перемещений в целом определяют структуру исследуемой территории [1].

Южно-Тукурингский разлом является главнейшей разрывной структурой района. Представлен серией нарушений, ограничивающих с юга структуры Селемджино-Кербинской СФЗ. В пределах Селемджинского

района он представлен Нимканской и Эльгинской ветвями. Обычно разлом достаточно хорошо выражен в рельефе границей между участками различной расчлененности. В целом, в пределах района разлом фиксируется зонами дробления шириной до 300 м, наложенными на терригенные и эффузивные породы.

В плане для разлома характерно чередование прямолинейных участков с участками изгибов, что свидетельствует о различном характере залегания плоскости сместителя, падающей преимущественно на юг. По морфологии Южно-Тукурингрский разлом можно отнести к сдвиго-надвигам. Сдвиговые дислокации происходили в различных направлениях. Наиболее поздние из них – левые. Амплитуда вертикальных перемещений оценивается в 500-800 м.

Разлом, несомненно, имеет древнее заложение, однако, в пределах района его историю можно проследить только с мезозоя. По зоне разлома происходило надвигание структур южной части района в северном направлении или подвиг структур Монголо-Охотской системы в южном направлении.

Нимканский разлом прослежен по левобережью р. Норы до бассейна р. Нимкан. Представляет собой северную ветвь Южно-Тукурингрского разлома, смещенную на юг с амплитудой 6-8 км. Разлом выражен полосой (0,2-2 км) перекристаллизованных и минерализованных пород; простирание ее северо-западное (300°); падение субвертикальное. На всем протяжении разлом контролирует тела позднепалеозойских гранитов, гранит-порфиров, также повсеместно рассланцованных, милонитизированных. В бассейне р. Нимкан разлом представляет собой полого (20-30°) падающий на север правосторонний сдвиг.

Эльгинский разлом представляет южное ответвление Южно-Тукурингрского разлома. Отчетливого сместителя не имеет, условно он проводится по границе Гагско-Сагаянской и Селемджино-Кербинской структурно-формационных зон. Эта граница имеет юго-восточное, близко к меридиональному направление и почти на всем протяжении перекрыт рыхлыми отложениями Верхне-Норской впадины. Разлом выражен широкой (около 10 км) полосой сближенных нарушений, которая прослеживается от устья руч. Кашурников через верховья р. Илинда до верховий р. Якутки, уходя за восточную границу рассматриваемой территории. В разрезе это полоса представляет собой зону меланжа с широким развитием пологих (до горизонтальных) сместителей, чередованием тектонических блоков и чешуек разновозрастных комплексов. Максимальной тектонической переработке подвергаются породы диабазово-песчано-глинистой формации нижне-среднедевонского возраста, а также метабазиты диабаз-плагиогранитового комплекса верхнего палеозоя [3].

Нинни-Сагаянский разлом, протягивающийся вдоль южной границы Селемджинского района, в основном за её пределами. Он выражен полосой шириной 0,5-1,0 км сближенных ветвящихся дизъюнктивов, сложенных катаклазитами, милонитами, брекчиями, иногда ультрамилонитами, бластомилонитами, бластокатаклазитами. Промежутки между дизъюнктивами сложены менее метаморфизованными породами. На междуречье рек Дугда и Нора, в бассейне р. Мал. Эльга разлом отчетливо выражен в рельефе уступом высотой 5-10 м. При этом в тектоническое соприкосновение приведены отложения ниже- и верхнебелогорской подсвит плиоцен-нижнечетвертичного возраста. Учитывая данные А.А. Майбороды по разрезу белогорской свиты в междуречье Мал. и Бол. Эльги, амплитуда составляет 30-40 м.

По результатам работ 2010-2011 гг. авторами были отобраны, промыты и проанализированы под микроскопом (в шлихах) пробы с площади Нора-Нимканского района. Анализ показал высокое содержание золота более 1500 знаков (рис. 1). Пересчет показал концентрацию россыпного золота до 13-15 г/м³. Это можно считать весомо-значимой и целесообразной концентрацией для добычи. В целом данная россыпь приурочена к коренному источнику, относимому к малосульфидной кварцево-жильной формации.

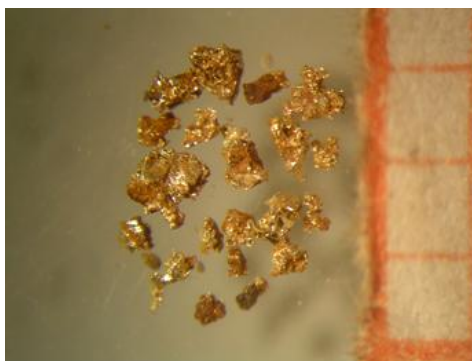


Рис. 1 Россыпное золото Нора-Нимканского района, выявлено авторами в 2011 г.

Литература

1. Коврига Г.Е. Краткий геологический обзор Нижне-Селемджинского района, 1938.
2. Майборода А.А. Государственная геологическая карта СССР м-ба 1:200000. Серия Амуро-Зейская. Лист N-52-XXIX. – М.: МинГео, – 1983.
3. Онихимовский В.В. Геологические исследования в бассейне р. Норы, 1941. – 235 с.

ДРЕВНИЕ ВУЛКАНЫ В ОКРЕСТНОСТЯХ ГОРОДА КРАСНОЯРСКА**О.М. Карнаухова**Научные руководители доцент М.Л. Махлаев, доцент О.Ю. Перфилова
Сибирский Федеральный университет, г. Красноярск, Россия

Вряд ли найдется человек, ничего не слышавший о грозных извержениях вулканов. Казалось бы, все вулканы находятся очень далеко от г. Красноярска. Мало кто знает, что район нашего города тоже относится к территориям высокой вулканической активности, правда, завершившейся уже сотни миллионов лет назад. Если бы мы могли перенестись в прошлое, на 400, 450 или 500 миллионов лет, то увидели бы здесь, в ныне спокойном районе, потоки раскаленной лавы, мощные взрывы, тучи вулканического пепла... Изучению продуктов этого древнего, преимущественно позднеордовикского и раннедевонского, вулканизма и посвящена данная работа.

Древние, давно потухшие и частично разрушенные за сотни миллионов лет вулканы достаточно многочисленны в ближайших окрестностях и даже на территории самого города Красноярска.

В окрестностях Красноярска можно выделить три основных этапа интенсивного вулканизма.

1. Позднепротерозойский этап (примерно 650 млн. лет назад) – самые древние вулканические породы образовались в это время в результате подводных извержений (бахтинская свита).
2. Ордовикский этап (около 450 млн. лет назад) – начинается континентальный вулканизм, территория развивается в режиме тыловой части активной континентальной окраины, происходят трещинные излияния базальтовых лав, также происходят эксплозивные извержения, в результате которых образуются пласты пепловых туфов, и излияния трахитовых лав из вулканических аппаратов центрального типа (эффузивные породы дивногорской толщи и комагматичные им субвулканические интрузии гряды Долгая Грива, района пос. Минино и т.д.).
3. Девонский этап – последний этап интенсивного вулканизма проявился через 50 млн лет в раннем девоне (примерно 400 млн. лет назад). Произошла коллизия Сибирского и Монгольского континентальных массивов, активизировались тектонические движения, появились новые глубокие разломы, широко проявился наземный вулканизм. Образуются вулканы центрального типа, сложенные чередованием лавовых потоков различного состава; расплавы, застывающие в подводящих каналах, формируют субвулканические неки и дайки, которые ныне включены в состав черносопкинского комплекса.

Самыми древними вулканическими породами в районе Красноярска являются сильно измененные базальты (метабазальты) бахтинской свиты позднего рифея. Структура исходных базальтов крупнопорфировая, порфиновые выделения представлены кристаллами основного плагиоклаза размером до 2 см, их содержание в породе – до 25%. Текстура массивная, на участках, где кристаллы ориентированы по течению расплава – трахитоидная [5]. К сожалению эти, самые древние продукты вулканических извержений сохранились лишь в виде отдельных фрагментов в небольших тектонических блоках и мы мало что можем сказать о вулканических постройках, которые тогда существовали. Но, судя по составу лав, это были подводные излияния маловязких лав основного состава из вулканов трещинного типа. И эти лавовые потоки позднерифейских базальтов занимали значительно большие площади, чем сейчас.

Наиболее интенсивно вулканизм на изучаемой территории проявился в позднем ордовике (или на рубеже ордовика и силура). В это время происходили как трещинные излияния, так и извержения вулканов центрального типа. Наиболее мощные потоки вулканических пород и прослои туфов различного состава (от базальтов до трахидацитов) можно наблюдать в районе г. Дивногорска, в том числе, вблизи Красноярской ГЭС, где они слагают высокие, почти отвесные скалы, обрывающиеся в Енисей. Характерна очень большая мощность этого вулканогенного разреза – до 2700 м. Ордовикской вулканогенной толще свойственна латеральная невыдержанность, резкие колебания мощностей отдельных лавовых потоков и прослоев пирокластических пород по простиранию. В целом в нижней части разреза вулканитов, отнесенных на современных геологических картах к имирской свите, преобладают умеренно-щелочные базальтоиды, а в верхней – эффузивы среднего и умеренно-кислого состава. В результате проводившихся геолого-съёмочных работ выявлено значительное количество жерловых и субвулканических тел, сложенных эксплозивными брекчиями, микросиенитами, микрогаббро, трахидолеритами, базальтами и трахибазальтами. Субвулканические долериты и трахидолериты часто встречаются в виде даек мощностью 0,5-0,6 м, прослеживаются на 500-800 м, иногда более 1000 м [3,4].

В ордовике образовалось несколько вулканов центрального типа и на территории, которую сейчас занимает Октябрьский район города Красноярска. В первую очередь, это вулканические породы низкорной гряды Долгая грива, изучавшиеся в течение нескольких лет при непосредственном участии автора.

Самой восточной, ярко выраженной вершиной гряды Долгая Грива является Гора Николаевская (Первая) Сопка. Здесь в составе вулканического комплекса представлены не только покровные, но также жерловые и субвулканические образования. [2]



Рис. 1. Вид на вулканическую гряду Долгая грива

В составе покровной фации можно выделить шесть контрастных по вещественному составу пачек вулканических пород, представленных умеренно щелочными базальтами, трахитами и туфами. Суммарная мощность стратифицированного разреза вулканогенной толщи на данном участке – не менее 2190 м.

Жерловые образования слагают небольшой (диаметром до 200м) нект у южного подножья гряды Долгая грива, выполненный эруптивными брекчиями преимущественно базальтоидного состава. Кроме того, небольшой нект, сложенный аналогичными эруптивными брекчиями наблюдается на левом берегу р. Енисей в 2,5 км к западу от пос. Удачный. [1] Субвулканические образования представлены интрузией кварцевых сиенит-порфиров, представляющей собой лакколит, кровля которого хорошо отпрепарирована в современном рельефе, (северные склоны г. Первая и Вторая Сопки). Интрузия имеет зональное строение. В её центре развиты кварцевые слабопорфировидные сиениты розового цвета с мелкозернистой основной массой.

В последний этап вулканизма (в раннем девоне) были образованы умеренно-щелочные и щелочные эффузивы карымовской свиты и комагматичные им субвулканические образования черносопкинского комплекса. Массив горы Черная сопка – петротип одноименного комплекса представляет собой хорошо отпрепарированную в рельефе субвулканическую интрузию, оказавшуюся на поверхности в результате разрушения древнего раннедевонского палеовулкана, эффузивы покровной фации которого можно увидеть в составе карымовской свиты в районе железнодорожной станции Петряшино.. Субвулканическая интрузия Черная Сопка представляет собой шток диаметром 1,2-1,5 км, имеющий кольцевое строение. Его центральная часть сложена щелочными оливиновыми долеритами и эссекситами, а периферия – тингуаитами, причем последние выполняют кольцевой разлом, возникший после становления интрузии долеритов. Об этом же говорят и результаты наблюдения за трещинной тектоникой, наличие жил щелочных сиенит-порфиров в долеритах и приконтактные изменения долеритов. Шток щелочных долеритов и эссекситов наклонен к северу, подтверждение тому – ориентировка вкрапленников плагиоклаза в порфировых разностях этих пород, а также асимметричное расположение щелочных долеритов и эссекситов относительно вершины горы Черной Сопки.

Литература

1. Махлаев М.Л. Легенда Государственной геологической карты масштаба 1:200 000. Серия Минусинская. Красноярск, ОАО «Красноярскгеолсъёмка», 2008. – 78 с.
2. Махлаев, М.Л. Коренные горные породы полигона ландшафтно-экологического мониторинга «Долгая грива» и их ландшафтообразующая роль // География и геоэкология Сибири.: Материалы всероссийской конференции, посвящённой Дню Земли. – Красноярск: КГПУ, 2007. – вып. 2 – С. 30-35.
3. Перфилова, О.Ю. Ордовикская вулканно-плутоническая ассоциация Качинско-Шумихинской депрессии // Литосфера, – № 3, 2004. – С. 137-152.
4. Перфилова О.Ю., Махлаев М.Л. Ордовикская вулканно-плутоническая ассоциация Качинско-Шумихинской депрессии // Геология и минерально-сырьевые ресурсы Центральной Сибири: Материалы юбилейной научно-практической конференции. – Красноярск, 2010. – С. 240-246.
5. Сазонов А.М. Путеводитель по геологическим маршрутам в окрестностях города Красноярска – Красноярск: Сибирский федеральный университет, 2010. – 212 с.

**ФАЦИАЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ И СЕКВЕНС-СТРАТИГРАФИЧЕСКОЕ РАСЧЛЕНЕНИЕ
СРЕДНЕЮРСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ ТЫМСКОГО СТРУКТУРНО-ФАЦИАЛЬНОГО РАЙОНА
ЗАПАДНОЙ СИБИРИ****М.М. Кириллова**

Научные руководители доцент М.И. Шамина, доцент И.В. Рычкова

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Изучение фациальных особенностей и секвенс-стратиграфический анализ позволяют выявить закономерности приуроченности коллекторов углеводородов (УВ) к определенным седиментационным трактам. В процессе исследований построена седиментационная модель на основе анализа двух месторождений Тымского структурно-фациального района. Тымский структурно-фациальный район расположен в северо-западной части Томской области, является перспективным для проведения поисково-разведочных работ на нефть и газ. Поэтому для успешного прогнозирования природных коллекторов нефти и газа необходимы седиментологические исследования [5].

В ходе работ проведено литологическое послонное описание керна скважин, составлены литологические колонки в программе CoreDRAW. В основу реконструкции палеогеографической обстановки были положены принципы фациального и секвенс-стратиграфического анализа. Для достижения поставленных целей были применены методы: 1) литолого-петрографический; 2) литолого-фациальный; 3) секвенс-стратиграфический; 4) биостратиграфический; 5) люминесцентно-микроскопический.

Как известно, секвенс-стратиграфическое расчленение проводится в районах, где происходит частая смена условий осадконакопления от морских к континентальным. Задача секвенс-стратиграфии заключается в том, чтобы увязать морские и континентальные фации между собой и расшифровать закономерности строения и формирования геологических тел, связанных с изменением положения береговой линии конкретного бассейна седиментации.

Секвенс – основная секвенс-стратиграфическая единица, относительно согласная последовательность генетически связанных слоев, ограниченная несогласиями и коррелятивными им согласиями, образованная за один цикл колебаний относительного уровня моря, т.е. за один трансгрессивно-регрессивный цикл. Секвенс образуется в результате заполнения осадками пространства, в котором возможна осадочная аккумуляция. Периодическое изменение этого пространства отражает колебания относительного уровня моря, которые, в свою очередь, зависят от эвстазии, прогибания дна бассейна (тектонический фактор) и поступления осадочного материала. Секвенсы отчетливы в краевых частях бассейнов и часто неразличимы в глубоководных разрезах [2]. Парасеквенс – мелющая вверх последовательность слоев (регрессивный циклит), ограниченная поверхностью морского затопления – уровнем наибольшей мористости осадков. Пакет парасеквенсов – последовательность парасеквенсов по вертикали. Выделяют три типа таких последовательностей: проградационный (регрессивный), ретроградационный (трансгрессивный), характеризующие соответственно наступление (направление в сторону бассейна) и отступление (направлен в противоположную сторону) береговой линии, и аградационный с относительно стабильным положением уровня моря [3].

Секвенсы состоят из трех главных частей – трактов седиментационных систем. Они представляют собой латеральные фациальные ряды, образовавшиеся в различных условиях седиментации, важное значение при этом имеет положение уровня моря относительно бровки шельфа. Выделяют тракт низкого стояния уровня моря (ТНС), трансгрессивный тракт (ТТ) и тракт высокого стояния уровня моря (ТВС).

Трансгрессивный тракт образуется при подъеме уровня моря над бровкой шельфа и седиментационно-береговым перегибом, примерно совпадающим с передовым дельтовым баром. Он представлен ретроградационным пакетом парасеквенсов, характеризующим трансгрессию на осушенный шельф и приморскую низменность. В зашельфовой области вследствие дефицита осадков образуется глинистый конденсированный разрез.

Тракт высокого стояния уровня моря начинается обычно аградационным пакетом парасеквенсов, которые по мере снижения темпов подъема относительного уровня моря сменяются серией проградационных клиноформ. Этот седиментационный клин высокого стояния уровня моря в глубоководной части бассейна превращается в предельно тонкий глинистый покров, наращивающий конденсированный разрез трансгрессивного тракта. Подошва тракта высокого стояния уровня моря (кровля трансгрессивного тракта) является поверхностью максимального затопления территории.

Форма секвенсов разнообразна – от плоскопараллельных и линзовидных тел осадочного чехла до крутонаклоненных линзовидных тел – клиноформ. Обычно именно клиноформы содержат главные нефтегазовые коллекторы.

По данным геофизической разбивки, подтвержденной палеонтологическими остатками, изученные отложения имеют среднеюрский возраст. При выделении секвенсов среднеюрских отложений Тымского структурно-фациального района Западной Сибири был изучен литологический состав керна скважин двух месторождений, проведен фациальный анализ, изучена битуминозность отложений. В изученном разрезе было выявлено три типа трактов седиментационной системы – тракты низкого стояния уровня моря, трансгрессивные тракты и тракты высокого стояния уровня моря.

ТНС исследуемого района в среднеюрскую эпоху формировались вдали от береговой линии, представлены преимущественно аргиллитами, мелкозернистыми алевролитами, углем, реже песчаниками с прослойками аргиллита. Для них характерны косоволнистая, линзовидноволнистая, горизонтальная, косая

слоичатость. Среди отличительных признаков отмечается активная биотурбация и взмучивание осадка. Также значительное количество растительного детрита, веточек растений, отпечатков листьев, корни растений, в том числе встречены отпечатки папоротника р. *Coniopteris* и листьев голосеменных р. *Czekanowskia*. Среди фауны отмечаются вертикальные следы пескожилов, а также отпечаток раковины двустворки р. *Unio*. В отложениях присутствуют стяжения пирита, отмечаются зеркала скольжения. Кровля ТНС совпадает с трансгрессивной поверхностью. Она формируется при подъеме уровня моря и общей трансгрессии в сторону континента.

ТТ формируется при быстром поднятии относительного уровня моря. ТТ представлены преимущественно песчаниками средне-, крупнозернистыми, в цементе которых появляется карбонатная составляющая. Среди текстурных особенностей отмечается преобладание косой слоичатости, реже горизонтальной, прерывистой, слабоволнистой. Слоичатость подчеркнута слюдисто-углисто-глинистым материалом, прослойками аргиллита. Растительный детрит встречается в малом количестве. Во время трансгрессии активно проявляется береговая эрозия в результате смещения береговой линии в сторону континента. Эта волновая эрозия приводит к формированию поверхности абразии, из продуктов которой сформировались вдоль береговые бары, представленные в керне скважин.

На отложениях трансгрессивного тракта залегают отложения ТВС. Начинается формирование проградационных систем, направленных в сторону бассейна. В целом, для ТВС характерен регрессивный набор фаций, с увеличением гранулометрии осадков вверх по разрезу. ТВС на изученной территории представлен преимущественно песчаниками, зернистость которых увеличивается вверх по разрезу, также алевролитами, отмечаются редкие прослойки аргиллитов, угля. Тектурные особенности – слабо проявленная слоичатость и слоеватость в центральной части ТВС, но на переходных участках отмечается косая, волнистая, линзовидная слоичатость со следами взмучивания. В цементе песчаников и алевролитов возрастает количество карбонатного компонента, растительный детрит почти полностью отсутствует.

Для исследования битуминозности отложений скважин были отобраны образцы с явным запахом углеводородов. При помощи люминесцентно-микроскопического метода установлено, что максимальное количество эпибитумоидов (до 0,08 %) приурочено к породам трансгрессивного тракта (первое месторождение) или к породам тракта высокого стояния моря, а именно к переходной его части от ТВС к ТНС (второе месторождение). По фациальным условиям осадконакопления они отвечают породам, сформировавшимся в фации вдольбереговых валов [1, 4]. К смене регрессивного бара на трансгрессивный приурочено максимальное количество битумоидов – до 0,08 %. Тип битумоидов от смолисто-асфальтенового до легкого, но преобладает маслянистый и маслянисто-смолистый состав.

Таким образом, в качестве перспективных коллекторов нефти и газа в среднеюрских отложениях Тымского структурно-фациального района можно рекомендовать алеврито-песчаные тела, сформировавшиеся во время формирования трансгрессивного тракта и переходных условиях от формирования тракта высокого стояния к формированию тракта низкого стояния уровня моря, содержание эпибитумоидов в которых составляет от 0,06 до 0,08 %.

Литература

1. Алексеев В.П. Литолого-фациальный анализ: Учебно-методическое пособие к практическим занятиям и самостоятельной работе по дисциплине "Литология" – Екатеринбург: Изд-во УГГГА, 2003. – 147 с.
2. Габдуллин Р.Р., Копаевич Л.Ф., Иванов А.В. Секвентная стратиграфия: Учебное пособие. – М.: МАКС Пресс, 2008. – 113 с.
3. Дополнения к Стратиграфическому кодексу России. – СПб.: Изд-во Всерос. Геол. Ин-та, 2000. – 112 с.
4. Ежова А.В. Литология: учебник – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2008. – 336 с.
5. Кириллова М.М. Использование результатов литолого-фациальных исследований и битуминозности для оценки нефтегазоносности юрских и меловых отложений Усть-Тымской впадины (Томская область) // Проблемы геологии и освоения недр: Труды XV Междунар. симпозиума имени академика М.А. Усова. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2011. – Т.1 – С. 59-60.
6. Чернова О.С. Палеогеографические условия формирования верхнеюрских отложений Усть-Тымской впадины (Томская область) // Известия Томского политехнического университета. – Томск, 2010. – Т. 316 – № 1. – С. 72–79.

РАЗЛОМНАЯ ТЕКТОНИКА И СЕЙСМОАКТИВНЫЕ ЗОНЫ ЯПОНОМОРСКОГО ЗВЕНА ЗАПАДНО-ТИХООКЕАНСКОЙ ЗОНЫ ПЕРЕХОДА КОНТИНЕНТ – ОКЕАН

Н.С. Ли

Научные руководители заведующий лабораторией Л.А. Изосов; старший научный сотрудник
Ю.И. Мельниченко, старший научный сотрудник А.А. Огородний
**Тихоокеанский океанологический институт им. В.И. Ильичева Дальневосточного отделения
Российской академии наук, г. Владивосток, Россия**

Выделение и изучение сейсмоактивных областей переходных зон важно для понимания взаимосвязи континентальных и океанических структур – проблемы, которая остается еще далекой от разрешения. Эта связь проявляется в формировании в литосфере сейсмических очагов или доменов – областей “рассеянной” сейсмичности. Они подчинены системам долгоживущих сейсмоактивных разломов, являющихся (М.А. Садовский, В.Ф. Писаренко, 1991) “концентраторами” геодинамических напряжений, которые чаще возникают в

узлах их пересечения. Разрядка напряжений происходит в процессе достаточно быстрых латеральных и вертикальных перемещений объемных масс литосферы, что обычно сопровождается землетрясениями. Следы движений, как остаточные деформации земной коры, отчетливо проявляются на её поверхности. В генерализованной форме линейментов они фиксируют оси наиболее крупных сейсмоактивных зон. Важными признаками и критериями их выявления служит пространственное размещение современных и палеосейсмодислокаций в виде роев, поясов и зон.

Япономорское звено рассматривается нами в границах платформенного и складчатого обрамления впадины Японского моря. От смежных окраинноморских областей оно отграничено островами, а от Тихоокеанской плиты — отделено глубоководным желобом с окраинным валом. С континентальными блоками Евразийской плиты сочленение звена выражено глубинными разломами и вулканогенными поясами [1, 2]. Важнейшими среди них являются мощные тектонические швы, разделяющие крупные структурно-формационные зоны — платформы и покровно-складчатые области. Они имеют мантийное заложение и магмоконтролирующий характер, обладают высокой подвижностью и зачастую сейсмоактивны. На космофотоснимках различных уровней генерализации, на батиметрических и гравиметрических картах отчетливо выделяются две главнейшие системы разрывных структур Япономорского региона — близширотная («азиатская», или Ляодун) и СВ перипацифическая («тихоокеанская», или Таньлу) [1]. В пределах акватории Японского моря, вероятно, наиболее ослабленными являются широтные, меридиональные, СЗ и СВ структуры, легко просматриваемые в рельефе дна. Они фиксируются линейными гравитационными аномалиями типа «над ступенью». Специфической структурой является материковый склон, который разделяет звено на континентальную и окраинноокеаническую части, коррелирующиеся с тыловыми и фронтальными тектоническими зонами.

Тектоническими линиями широтного и меридионального простирания образован наиболее древний (дорифейский) структурный план региона [1]. Вдоль них уже в AR1 формировались вулканические пояса, разделявшие зоны гранитообразования. Система СЗ разломов заложилась, по-видимому, в R и наиболее активно функционировала в O. Она соответствует направлению позднебайкальских складчатых структур и контролирует размещение ϵ 3 орогенных вулканоплутонических комплексов. Структурные линии ССВ простирания отвечают наиболее яркому «тихоокеанскому» направлению. Они контролируют Западно-Сихотэ-Алинский краевой вулканический пояс, основные черты которого определились в S1 в связи с заложением системы рифтов. Разломы СВ направления (45°) согласуются со складчатыми структурами мезозой и нередко залечены MZ3 офиолитами. Они, вероятно, фиксируют положение рубцовых зон в MZ покровно-складчатом сооружении, которые имеют торцовое сочленение с байкалидами. Наибольшую активность они проявили, скорее всего, в поздней J3-K1b и K1h-a. Разломы, послужившие основой материкового склона, образовались по И.И. Берсеневу (1978 г.) во второй половине K2. Все эти структуры представляют собой разломы фундамента, активизированные в связи с раскрытием в N1 впадины Японского моря. Они, вероятно, являются фрагментами деформированных и разорванных линейментных систем, существовавших в докайнозойское время на восточной окраине Азиатского континента [3]. В регионе, кроме того, четко выражены кольцевые и дуговые линейменты, которые отражают дизъюнктивы, возникшие при формировании Япономорской впадины [1, 2].

Таким образом, наиболее мобильными из тектономагматических фаз, проявленных в ЯЗ, являются яньшаньская (J-K) и гималайская (KZ). Особенности тектоники Южного Приморья и прибрежной акватории связаны, в основном, с гималайским тектогенезом, когда на окраине материка произошло раскрытие Японского моря. Латеральные перемещения блоков коры, послужившие началу формирования впадины, в западной части Японского моря пришлись на интервал K2 — начало палеоцена. В начале K2 в момент проявления в Сихотэ-Алине интенсивной складчатости возникли зоны раздвигов. По ним в конце N1 — начале N2 погружались блоки коры, которые в виде подводных возвышенностей ныне выступают как остаточные деформации дна. Эти движения к началу палеоцена, по-видимому, прекратились, но в N-Q вдоль этих дизъюнктивов произошли новые мощные опускания. С этим процессом связано формирование Японской островной дуги, которая представляет собой ослабленную зону — пакет тектонических чешуй, наклонённых на запад [1]. В Япономорской впадине и по её обрамлению одновременно развивались щитовидные базальтовые вулканы, синхронно формировалась система кольцевых и дуговых разломов, а также многочисленные кальдеры проседания.

В этот период активно формировался специфический сектор Япономорского звена — Южно-Приморская зона перехода. Она выделяется нами между Южно-Сихотэ-Алинским глубинным разломом и подводными возвышенностями Японского моря — Восточно-Корейской и Северное Ямато [2]. Разломная система зоны дает основание для выделения крупного субширотного Центрального (по названию котловины) линеймента Японского моря. Для него характерно сложное сочетание «континентальных», «океанических» и «переходных» морфотектонических элементов, которые можно разделить на три подзоны: 1) ступень континентальной окраины с материковым склоном, 2) рифтогенную глубоководную Центральную котловину, 3) систему поднятий, представленных вышеуказанными возвышенностями дна. Специфическая морфоструктура материкового склона в крест простирания срезает континентальные геологические структуры, но находится в конформных соотношениях с рифто-грабенами котловины. Фундамент ступени и склона сложен домиоценовыми породами. В миоцене он был разбит разломами и погрузился с образованием котловины. Амплитуда погружения фундамента котловины с учетом мощности перекрывающей его вулканогенно-осадочной толщи достигает местами 5000—6000 м. В верхней части материкового склона и на ступени развита континентальная кора мощностью 23-30 км, нижняя часть характеризуется субконтинентальной корой (16-24 км), а Центральная котловина — субокеанической (14-16 км) и океанической (9-11 км).

Особенности тектонического развития коры, тесная взаимосвязь и взаимодействие океанических и континентальных неоднородностей литосферы обусловили исключительно высокую подвижность ее блоков и, как следствие, сейсмическую активность региона. Тектономагматическая активность переходной зоны сохраняется вплоть до настоящего времени. Она проявляется в современном вулканизме и землетрясениях, иногда катастрофических, которые часто происходят в Япономорской впадине и на Японских островах. О возможности сильных землетрясений в пределах континентальной части свидетельствуют обнаруженные в горах Сихотэ-Алиня сейсмодислокации 7–8 и 9–10-балльных землетрясений [6]. Хотя современный сейсмический режим в Приморье и на прилегающих территориях считается умеренным (не более 6–7 баллов). Для этих территорий построены подробные карты эпицентров землетрясений различного уровня глубинности. Они служат ценнейшим пособием для выявления сейсмоактивных зон.

Приуроченность эпицентров коровых и глубокофокусных землетрясений в Приморье к определенным линейным и линейным гравитационным аномалиям типа “над ступенью” позволила выявить в этом регионе сейсмоактивные разломы [1, 2]. Они намечены также в Японии и Северо-Восточном Китае. Наиболее ярко выраженные сейсмоактивные разломы имеют близширотное, СВ и СЗ простирание, выделяются два региональных сейсмолинеamenta СЗ простирания. Один прослеживается от западной части п-ова Хиды в Японии до южного окончания залива Петра Великого и далее в пределы континента. Другой выделяется на шельфе Приморской континентальной ступени и протягивается в район п-ва Муравьева-Амурского. В Южно-Приморском секторе отмечается общая приуроченность ряда эпицентров землетрясений к разломным зонам «тихоокеанского», «азиатского» и СЗ направления, а так же к кольцевым разломам. Обращает внимание сейсмоактивная структура центрального типа, проявившаяся при катастрофическом землетрясении на северо-восточном склоне о-ва Хонсю в марте 2011 г. Она предположительно может быть обусловлена апвеллингом магмы в зоне пересечения транрегиональных линейментов – меридионального (Хонсю-Сахалинского) и выше упомянутого субширотного (Центрального).

В связи с сейсмической активностью Япономорского звена возникает вопрос о силах, способствующих формированию морской впадины и поддерживающих её современную геодинамическую активность. В этой связи обращает внимание распределение сейсмических очагов по структурам и глубине – коровые (до 35 км) повсеместные и астеносферные (до 700 км) преимущественно вдоль островов. Мы придерживаемся гипотезы подъема астеносферных диапиров. Их встречные движения с субдукцирующими океанскими тектоническими массами способствовали дроблению протерозойской жесткой коры региона и латеральной подвижности её блоков [5]. Само формирование окраинных морей связано с проявлением вращательного сдвига в зоне взаимодействия Евразийской и Тихоокеанской литосферных плит [4].

Литература

1. Изосов Л.А., Коновалов Ю.И., Емельянова Т.А. Проблемы геологии и алмазности зоны перехода континент–океан. Япономорский и Желтоморский регионы. – Владивосток: Дальнаука, 2000. – 325 с.
2. Изосов Л.А., Кулинич Р.Г., Мельниченко Ю.И., Емельянова Т.А. Разломная сеть Южно-Приморского сектора зоны сочленения континент–океан // Проблемы морфотектоники Западно-Тихоокеанской переходной зоны. – Владивосток: Дальнаука, 2001. – С. 103-113.
3. Изосов Л.А., Бессонова Е.А., Крамчанин К.Ю., Анохин В.В., Ли Н.С., Огородний А.А. Разломная система, кайнозойский вулканизм и сейсмоактивные зоны Южного Приморья // Вулканизм и геодинамика: Матер. V Всероссийского симпозиума по вулканологии и палеовулканологии. – Екатеринбург: Инст. Геол. и геох. УрО РАН, 2011. – С. 266-269.
4. Изосов Л.А., Чупрынин В.И., Крамчанин К.Ю., Анохин В.В., Огородний А.А., Ли Н.С. Вулканогенные пояса Япономорского региона: индикаторы палеозон континент–океан // Вулканизм и геодинамика: Матер. V Всероссийского симпозиума по вулканологии и палеовулканологии. – Екатеринбург: Инст. Геол. и геох. УрО РАН, 2011. – С. 262-265.
5. Мельниченко Ю.И., Осипова Е.Б., Изосов Л.А. и др. Морфотектоника и особенности геодинамики впадины Японского моря // Современное состояние наук о Земле. Мат. конф. – М.: МГУ, 2011. – С. 1244-1248.
6. Олейников А.В., Олейников Н.А. Палеосейсмогеология и сейсмическая опасность Приморского края // Вестник ДВО РАН. – Владивосток, 2006. – № 3. – С. 76-84.

КРУПНЫЕ МЛЕКОПИТАЮЩИЕ ПОЗДНЕГО НЕОПЛЕЙСТОЦЕНА ИЗ МЕСТОНАХОЖДЕНИЯ У С. НОВОСЁЛОВО (Р. ЕНИСЕЙ, КРАСНОЯРСКИЙ КРАЙ)

Д.Г. Маликов

Научный руководитель доцент А.В. Шпанский

Хакасский государственный университет им. Н.Ф. Катанова, г. Абакан, Россия

Одна из глобальных проблем человечества – проблема сохранения биологического разнообразия биосферы Земли. Решение этой проблемы предполагает не только анализ современного биоразнообразия, но и исторические реконструкции биоразнообразия прошлых эпох. Это дает возможность более четко представить экологические механизмы и причины формирования современного биоценологического покрова [5]. Поэтому палеонтологические и палеоэкологические исследования являются актуальными и целесообразными для любой территории планеты. А исследование экосистем плейстоцена представляется наиболее целесообразным, поскольку современные экосистемы являются их преемниками, и многие виды современных растений и животных появились именно в плейстоцене и сохранились до наших дней.

Однако, воссоздать экосистему в её первоначальном состоянии практически не возможно, поскольку у обитателей различных сред неодинаковы шансы на обнаружение в палеонтологической летописи [4]. В случае массовых находок происходит некоторое приближение к абстрактной идеальной полноте летописи истории развития группы, но на практике исчерпывающая полнота геологической летописи не достижима [3]. История крупных млекопитающих качественно документируется в случае массовости находок, обеспечиваемой за счёт многочисленности животных и подходящих условий захоронения [2]. В этом плане местонахождение Новосёловское является крайне удачным для изучения массовых видов млекопитающих позднего неоплейстоцена, поскольку оно находится в пойме реки Енисей. А ввиду образования Красноярского водохранилища идёт постоянный размыв береговых отложений и, как следствие, высвобождение костного материала, что способствует его скорейшему обнаружению. Однако, по той же причине ископаемые кости подвергаются очень быстрому выветриванию либо перезахоронению.

Район исследования располагается в 4 км севернее с. Новосёлово, река Енисей, Красноярского края. Согласно геологической карты, лист N-46-VII, и пояснительной записке к ней, четвертичные отложения на этой площади имеют широкое распространение. Они развиты по современным долинам и на водораздах. По геологическому возрасту они делятся на отложения позднего неоплейстоцена и голоцена. К четвертичным отложениям позднего неоплейстоцена относятся образования I и II надпойменных террас рр. Енисей, Чулым и их притоков. Разные авторы описывают множество находок палеолитических орудий и костей *Mammuthus primigenius*, *Rangifer tarandus*, *Cervus* ex gr. *elaphus*, *Canis lupus* и др. [1], на основе этих находок данные отложения и отнесены к позднему неоплейстоцену.

Вследствие объективных условий захоронения и перезахоронения, а также не совершенства методик сбора и дифференциации остатков, отдельные разновременные выборки могут оказаться смешанными, либо просто не иметь чёткой привязки к определенным отложениям [1]. Таков случай и с нашим местонахождением. Ввиду постоянных эрозийных процессов, происходящих за счёт ежегодных сбросов воды на Саяно-Шушенской ГЭС, береговая линия сильно изменяется, и обнаружение непосредственно костеносных горизонтов является затруднительным. А вот сбор подъёмного пляжного материала является наименее сложным, поскольку имеются обширные песчаные пляжи шириной до нескольких сот метров.

На берегу Красноярского водохранилища производился сбор подъёмного пляжного материала в период с 1 по 3 июня 2009 года и с 24 по 27 мая 2011 года. Остеологический материал, собранный в период полевых работ, послужил основой создания палеофаунистической коллекции. За время исследования был собран остеологический материал в размере 292 единиц хранения, который был предоставлен в зоологический музей Хакасского государственного университета им. Н.Ф. Катанова для обработки и непосредственного хранения. Весь материал был каталогизирован, на основе чего, составлен каталог палеофаунистического материала для местонахождения. Наиболее часто встречающимися остатками являются зубы и кости конечностей (плюсневые, пястные, таранные, немного реже попадаются трубчатые кости передних и задних конечностей), также имеется большое количество позвонков из разных отделов позвоночника. Среди находок преобладают кости лошади, *Equus* sp. – 36% от всех находок, меньший процент, 22% находок, принадлежит бизонам *Bison* ex gr. *priscus*. Также часто встречаются остатки костей оленя *Cervus* sp. и косули *Capreolus* sp., 9% и 4% соответственно. Некоторое количество остатков отнесено к мамонтам, оленям, носорогам без уточнения видовой принадлежности. Значительная часть находок (21%) остаётся не определённой.

Более точное определение, на данный момент, является затруднительным, поскольку в музее отсутствует материальная база в виде эталонных коллекций и определителей по соответствующим группам. Временной промежуток, в котором обитали конкретные животные, установить, на данный момент, не представляется возможным, поскольку нет точной датировки для костей. Предположительно геологический возраст остатков оценивается в пределах позднего неоплейстоцена. Установить более точную датировку находок может помочь обнаружение непосредственно костеносного горизонта, для которого будет проще сделать временную привязку.

Литература

1. Геологическая карта СССР, 1:200000 М, лист N-46-VII (Когунек): объяснительная записка. – М., 1957.
2. Житлев Р.А., Бондарев А.А. Полиморфизм остатков краниального скелета бычьих (Bovinae) фауны плейстоцена среднего Прииртышья // Труды зоологической комиссии ОРО РГО. Ежегодник: Межвуз. сб. науч. тр. – Омск, 2006. – вып. 3 – С. 129-140.
3. Красилов В.А. Эволюция и биостратиграфия. – М.: Наука, 1977. – 256 с.
4. Кэрролл Р. Палеонтология и эволюция позвоночных. В 3-х т. Пер. с англ. – М.: Мир, 1992. – Т.1. – 280 с.
5. Турубанова С. А. Экологический сценарий формирования живого покрова Европейской России и сопредельных территорий на основе реконструкции ареалов ключевых видов животных и растений: Автореферат Дис. Канд. Биол. Наук. – Москва, 2002. – 24 с.

КОМПЛЕКСНОЕ ИЗУЧЕНИЕ БРАХИПОД ПРИКАЗАНСКОГО РАЙОНА

Д.Н. Мифтахутдинова

Научный руководитель доцент Г.М. Сунгатуллина
Казанский Федеральный университет, г. Казань, Россия

Целью проведенного исследования явилось доизучение коллекции брахиопод раннеказанского возраста, отобранных из обнажения, расположенного, на правом берегу р. Волга (рис. 1).

Коллекция насчитывает около 100 экземпляров и состоит из восьми видов [1, 2]: *Aulosteges horrescens horrescens* (Verneuil), *A. horrescens sokensis* Grigorjeva, *A. fragilis* (Netschajew), *A. wangenheimi* (Verneuil), *Bajlugania netschaei* Grunt, *Licharewia rugulata* (Kutorga), *L. stuckenbergi* (Netschaeu), *Pinegathyris royssiana royssiana* (Keyserling) (Рис. 2). Доизучение проводилось для уточнения состава раковин брахиопод, изучения особенностей их захоронения и палеогеографии. Для достижения цели был проведен ряд исследований с использованием методов рентгено-структурного анализа, электронной микроскопии, компьютерной томографии, электронного парамагнитного резонанса (ЭПР), что в комплексе позволило получить следующие результаты:

Определение химического состава раковин проводилось с помощью рентген-структурного анализа показало, что в целом раковины состоят из кальцита. Также обнаружено наличие в составе раковин брахиопод низкотемпературного кварца (рис. 3), количество которого у брюшных створок существенно выше, чем у спинных. Можно предположить, что это делало брюшную створку, которая находилась ближе к субстрату, более прочной. Результаты изучения раковин на сканирующем микроскопе подтверждают данный результат: на снимках отчетливо видны кристаллы кварца (рис. 4).

Исследование раковин методом электронного парамагнитного резонанса, показало, что обитали брахиоподы в условиях морского бассейна преимущественно нормальной солёности. Однако в конце раннеказанского времени началось постепенное осолонение бассейна, что фиксируется на спектре повышениями значений радикалов SO_2^- и SO_3^- . (рис. 5) Анализируя спектры ЭПР в области двухвалентного марганца, можно сделать вывод, что раннеказанское море имело небольшую глубину.

Изучение раковин брахиопод с помощью компьютерной томографии позволило исследовать внутреннее строение без нарушения целостности объекта. Так, установлено наличие зубного аппарата хорошей сохранности и изучено его строение (рис.6).

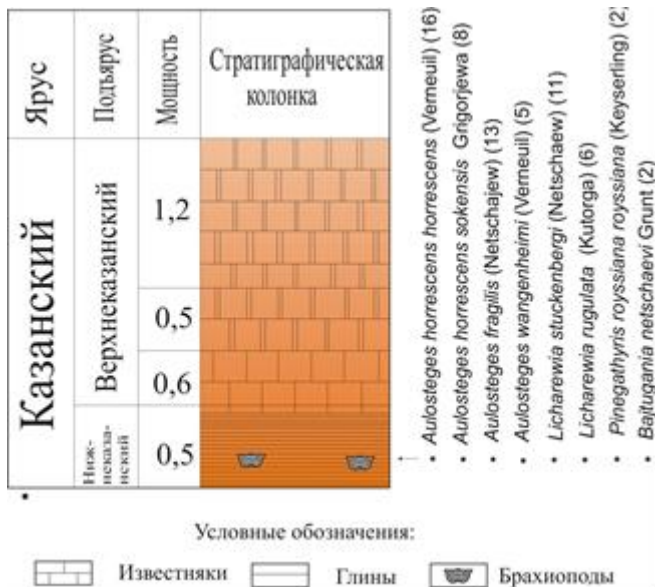


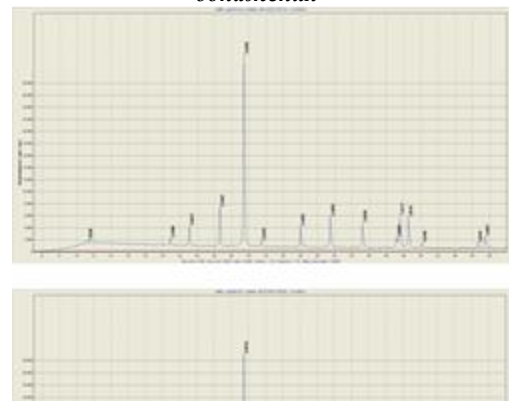
Рис. 2. Брахиоподы нижнеказанского подъяруса (в скобках указано количество экземпляров)



Условные обозначения:

 Местное обнажение Границы геологической структуры

Рис. 1. Схема расположения изученного обнажения



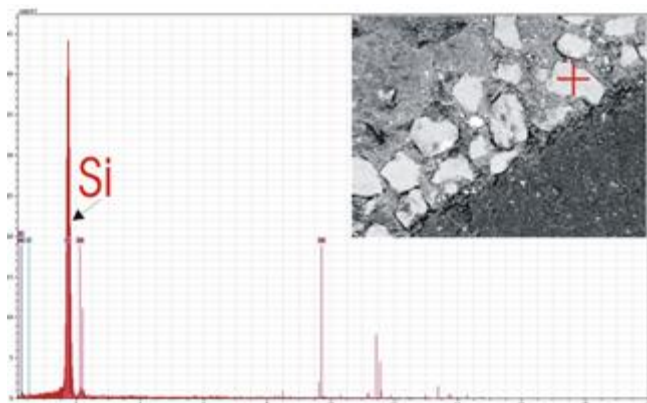


Рис. 4. Кристаллы кварца в брюшной раковине брахиопод

Рис. 3. Результаты рентгено-структурного анализа раковин брахиопод, сверху вниз: 1- спинная створка спириферид; 2- спинная створка продуктид; 3 – брюшная створка продуктид

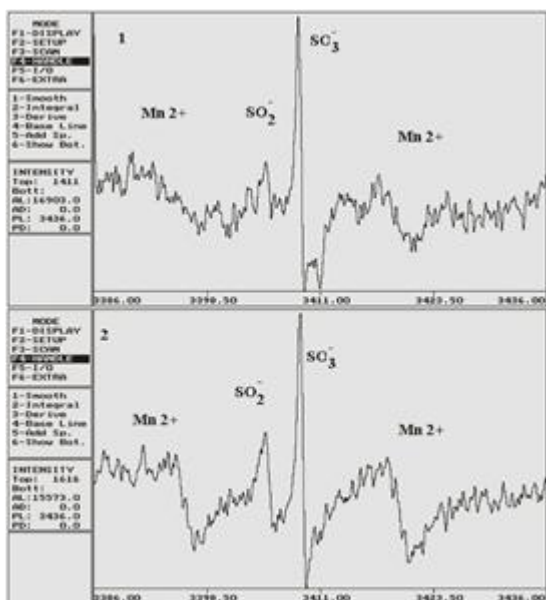


Рис. 5. Спектры ЭПР в области SO_2 , SO_3 и Mn^{2+}

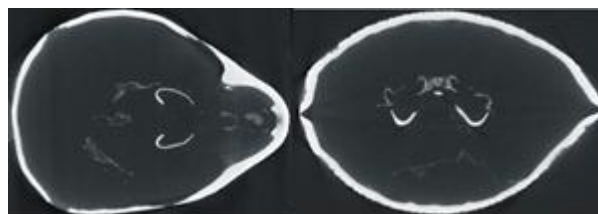


Рис. 6. Зубной аппарат брахиопод

В заключение следует отметить, что комплексное использование современных методов анализа палеонтологических объектов, позволило существенно обогатить ранее полученные данные и расширить возможности использования фауны в геологических исследованиях.

Литература

1. Болтаева В.П. Брахиоподы казанского яруса: история изучения и биостратиграфическая приуроченность // Верхний палеозой России: стратиграфия и палеогеография. Мат-лы Всерос. науч. конф. – Казань, 2007. – С. 29–31.
2. Григорьева А.Д. Продуктиды казанского яруса Русской платформы и условия их существования: Тр. ПИН АН СССР – М.: Наука, 1962. – Т. 92. – 96 с.

**СТРУКТУРА РАЗРЕЗА ВТОРОЙ НАДПОЙМЕННОЙ ТЕРРАСЫ Р. ЧУЛЫМ В РАЙОНЕ
МЕСТОНАХОЖДЕНИЯ МАМОНТОВОЙ ФАУНЫ (КРАСНОЯРСКАЯ КУРЬЯ)****Ю.А. Полумогина, М.А. Цаер**

Научный руководитель доцент С.В. Лещинский

Национальный исследовательский Томский государственный университет, г. Томск, Россия

Введение. Местонахождение остатков мамонтов Красноярская курья (Томская область; ~ 57° 13' 30" с.ш.; 87° 37' в.д.) расположено на правом берегу р. Чулым, в теле II надпойменной террасы (н.т.). Условия залегания, большое количество ископаемых остатков, находки фрагментов скелетов в анатомическом положении, а также палеолитических артефактов позволяют отнести данный объект к уникальным памятникам природы [3]. Данные раскопочных и буровых работ 2005 – 11 гг. говорят о том, что местонахождение локализовано на значительной площади – более 5000 м² [2]. Несмотря на высокую детальность исследований, остаются не до конца выясненными некоторые аспекты генезиса и возраста (¹⁴C-датировки в широком интервале от 16 до 22 тыс.л.н.) захоронения, а также тафономические причины высокой концентрации костей на ограниченных участках. Необходимой составляющей решения данных проблем стали стратиграфические исследования на окружающей территории, в частности – описание естественных обнажений II н.т. р. Чулым и их корреляция с разрезами раскопов. Контроль относительной высоты во всех точках наблюдения позволил выявить нюансы древнего микрорельефа, который являлся одним из лимитирующих факторов накопления остатков млекопитающих.

Методика работ. К изучению разрезов применялся классический подход – послонное описание с отбором образцов, фотографированием, зарисовками. Основной упор был сделан на максимальную детальность при выделении геологических тел, правильный отбор и тщательные стратиграфические привязки образцов пород и ископаемых остатков. Высота поверхности II н.т. и уреза воды от нулевого репера (уровень орографической поверхности на местонахождении; альтитуда ~ 123 м) замерялась оптическим нивелиром.

Фактический материал и результаты исследований. В изучаемом районе р. Чулым (протока Красноярская курья) активно подмывает II н.т. лишь в двух местах: выше (~ 0,5 – 0,6 км) и ниже (~ 0,5 – 1,1 км) по течению от исследуемого местонахождения мамонтовой фауны. Представленная ниже точка наблюдения находится ~ в 500 м выше по течению от места раскопок. Описание разреза (приводится в сокращенном виде) сделано в наивысшей части яра вверх от уреза воды (альтитуда ~ 115,95 м).

Слой 1. Светло-серый, желтовато- и коричневатого-серый мелко-, среднезернистый песок (местами глинистый). Текстура тонкослойчатая (слойки 0,4 – 4 см) горизонтальная и слабоволнистая. Видимая мощность (в.м.) над урезом воды более 0,55 м. Поверхность напластования (п.н.) четкая, слабоволнистая, близка к горизонтальной. Отложения, вероятно, с небольшим размывом перекрыты вышележащими образованиями.

Слой 2. Светло-серый, желтовато- и коричневатого-серый мелко-, среднезернистый песок. Текстура тонко-, косослойчатая (слойки 0,3 – 5 см), в подошве (~ 0,3 м) – слабоволнистая. Истинная мощность (и.м.) ~ 0,2 м. П.н. четкая, горизонтальная, слабоволнистая. Отложения, вероятно, перекрыты с перерывом.

Слой 3. Серый, желтовато- и коричневатого-серый мелко-, среднезернистый (в отдельных слоях – крупнозернистый, иногда глинистый) песок. Текстура тонко-, горизонтально- и волнисто-слоистая (слойки 0,3 – 8 см). И.м. слоя ~ 1,4 м. П.н. четкая, ровная. Отложения перекрыты без видимого несогласия.

Слой 4. Тонко-, горизонтально-слоистые песчано-глинистые отложения. Представлены желтовато-серым мелко-, среднезернистым песком (слойки до 0,5 см) и темно-серой глиной (слойки 0,5 – 3 см, доля которых более 70 %). И.м. ~ 0,55 м. П.н. нечеткая, но ясная. Отложения согласно перекрыты вышележащими образованиями.

Слой 5. Тонко-, горизонтально-слоистые глинисто-песчаные отложения. Представлены мелко-, среднезернистым (в кровле – крупнозернистым) светло-серым, желто-серым и серо-коричневым песком (слойки 0,1 – 6 см) и темно-серой глиной (слойки 0,3 – 1,5 см). В направлении от подошвы к кровле идет постепенное сокращение доли глинистых слоев (практически до полного исчезновения). И.м. ~ 2,05 м. П.н. четкая, горизонтальная. Отложения, по-видимому, перекрыты со стратиграфическим несогласием.

Слой 6. Темный буро-коричневый (в подошве – коричневатого-серый) плотный суглинок / глина. Текстура в целом массивная, но в подошве (до 0,5 м) встречаются тонкие (до 1,5 см) линзочки средне-, крупнозернистого песка. И.м. ~ 1,7 м. Кровля нечеткая, но ясная; п.н. отсутствует (постепенный переход).

Слой 7. Коричневатого-серая (в сухом виде – светло-серая, «белесая») супесь. Текстура в целом массивная, комковатая. И.м. до 0,35 м. Кровля нечеткая, но ясная. Отложения перекрыты без видимого несогласия.

Слой 8. Черно-коричневая супесь (с дерном) – современная почва. И.м. ~ 0,1 м.

Интерпретация разреза указывает на то, что при формировании описанной толщи резко преобладали субаквальные процессы. Наблюдается постепенное снижение гидродинамической активности – от русловых (слои 1 – 3?) и старичных условий (слои 4, 5) к пойменным или озерным (слой 6). Вышележащие слои 7 и 8 образовались в субаэральной среде.

В результате сопоставления представленного разреза с профилем местонахождения [2, 3] становится очевидным, что они принадлежат одному геологическому телу – II н.т. Проведенная корреляция (рис. 1) позволяет сделать ряд важных выводов о строении сводного разреза. Так, во всех точках наблюдения практически аналогичны верхние части разрезов (почва, «белесая» супесь и суглинок и.м. ~ 2,15 – 1,5 м) что говорит о единых условиях седиментации (сверху вниз: субаэральные → озерные / пойменные?) в данный

период. Однако, в раскопах ниже залегает слой 5 – среднезернистый песок с линзочками гравия (средняя и.м. ~ 0,4 – 0,5 м; максимальная – до 0,9 м), разорванный морозобойными трещинами и отсутствующий в береговом разрезе. Кроме того, в раскопе 2011 г. [2] кровля старичных осадков (слой 6) находится несколько выше (до 0,4 м) кровли пачки тонкослойчатых глинисто-песчаных отложений (слои 5 и 4) берегового разреза, которые предположительно имеют подобный генезис. Тем не менее, это не типичное явление, так как этот уровень в большинстве раскопов залегает на 0,5 – 1 м ниже. Состав и текстурные признаки нижележащих слоев указывают на их аллювиальный генезис (русовая и пойменная фации). Достоверная корреляция этой пачки из-за удаленности точек наблюдения и недостатка лабораторных данных в настоящий момент пока невозможна.

Обсуждение результатов. Субаквальный микрорельеф и формирующие его процессы являлись определяющими факторами образования местонахождения Красноярская курья. Накопление нижнего уровня костеносного горизонта, по-видимому, происходило на дне (главным образом, в локальных понижениях) неглубокой старицы, в завершающую стадию ее развития. Причем, очевидно временное осушение водоема, когда многие ископаемые остатки были выведены на субаэральную поверхность и стали доступны для хозяйственной деятельности палеолитического человека [1]. Средний костеносный уровень, вероятно, формировался непосредственно при накоплении слоя перекрывающего песка, который представляет собой либо эродированный с течением времени прирусловой вал, либо небольшой остров (осередок), скорее всего, в верхней по течению части старицы. Тафономический анализ указывает на то, что большинство остатков мамонтов этого уровня могут быть перетолженными, возможно, из подстилающего слоя. Наличие крупных морозобойных трещин, разрывающих данные отложения, и часто высокая степень выветривания костей говорят о периодическом (?) осушении и последующем значительном субаэральном перерыве, который скрыт в разрезе естественных береговых обнажений. Предполагаемое время данного геологического эпизода – температурный минимум сартанского похолодания (~ 20 тыс. л.н.), сопровождавшийся усилением вреза речных систем и общим осушением климата. Верхний уровень костеносного горизонта образовался после значительного перерыва, по-видимому, также за счет разрушения нижележащих слоев, о чем свидетельствуют редкость, фрагментарность и наихудшая сохранность поверхности ископаемых остатков.

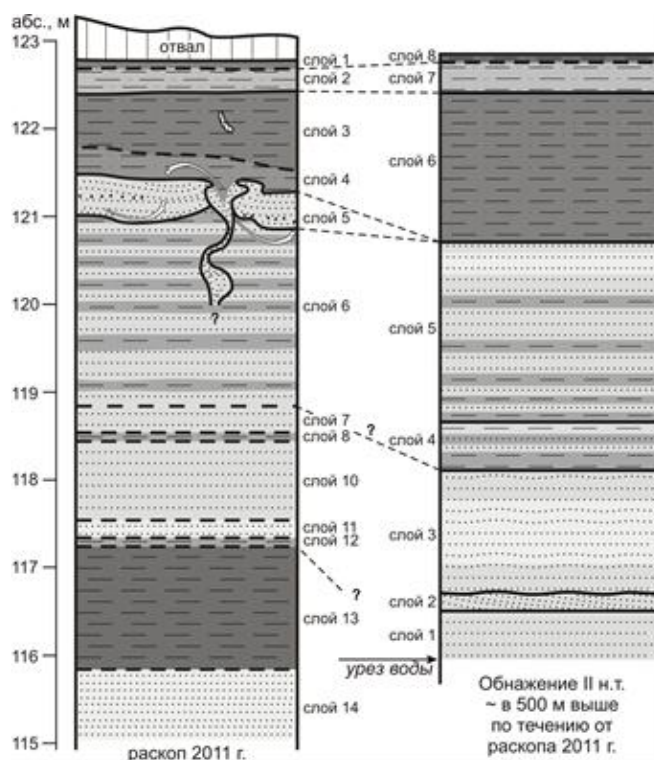


Рис. 1. Корреляция разрезов II н.т. Чулыма в районе местонахождения Красноярская курья

Заключение. Выявленное сложное строение разреза II надпойменной террасы р. Чулым в районе местонахождения мамонтовой фауны Красноярская курья позволяет рассматривать данный участок территории в качестве опорного при комплексных исследованиях сартанского криохрона и голоцена юга-востока Западно-Сибирской равнины. Наличие палеолитических артефактов свидетельствует о тесной экологической связи древнего человека с крупными представителями мамонтовой фауны.

Благодарности. Авторы глубоко благодарны научному руководителю С.В. Лещинскому за обсуждение результатов исследований и ценные замечания при написании данной статьи, и признательны студентам ТГУ – М.С. Александренко, А.А. Горбатову, С.Ю. Лазареву и Е.А. Васюковой за помощь в проведении полевых работ.

Исследования поддержаны РФФИ (проекты №№ 09-04-00663-а; 11-04-10105-к; 12-04-00377-а).

Литература

1. Васюкова Е.А., Лещинский С.В. Петрографический анализ палеолитических артефактов местонахождения мамонтовой фауны Красноярская курья // Современные проблемы географии и геологии. Серия геолого-географическая. – Томск, 2011. – Т. 280. – С. 287–291.
2. Лазарев С.Ю., Лещинский С.В. Предварительные результаты проведения буровых работ на местонахождении мамонтовой фауны Красноярская курья // Современные проблемы географии и геологии. Серия геолого-географическая. – Томск, 2011. – Т. 280. – С. 317–320.
3. Лещинский С.В., Бурканова Е.М., Лунёва Д.Е., Иванцов С.В., Зенин И.В., Ахтерякова А.В. Предварительные результаты исследований местонахождения мамонтовой фауны и палеолита «Красноярская курья» (Западно-Сибирская равнина) // Эволюция жизни на Земле. – Томск: ТГУ, 2005. – С. 352–356.

КОПКОВСКИЙ РАЗРЫВ СО СМЕЩЕНИЕМ

Е.Г. Пыхова

Научный руководитель старший преподаватель В.М. Ермаков

Хакасский государственный университет им. Н.Ф. Катанова, г. Абакан, Россия

Копковский надвиг находится в 3,5км севернее п. Советская Хакасия Боградского района Республики Хакасия и в 70м от восточной подошвы г. Копковская (422,0м), на левобережье Красноярского водохранилища (91°26'00" с.ш. 54°09'50" в.д.). Надвиг обнажается в вертикальном скальном уступе, высотой около 7м, образованном Копковским обвалом в 2007г в результате интенсивной абразии левого берега Красноярского водохранилища. В 2009г. при изучении обвала Ермаковым В.М. был обнаружен разрыв со смещением [2]. На изданных геологических картах масштабов 1:200000, 1:500 000 это нарушение отсутствует. В обнажении представлен поперечный разрез этого разрыва. В разрезе представлены следующие элементы этого разрыва терригенной толщи сарагашской свиты D2 zv sr: висячее крыльцо, положение сместителя в пространстве, тектоническая брекчия, элементы залегания осадочной толщи, подвернутые слои висячего крыла, изгиб слоев лежачего крыла, линейно вытянутое углубление поверхности над сместителем. (Рис. 1).

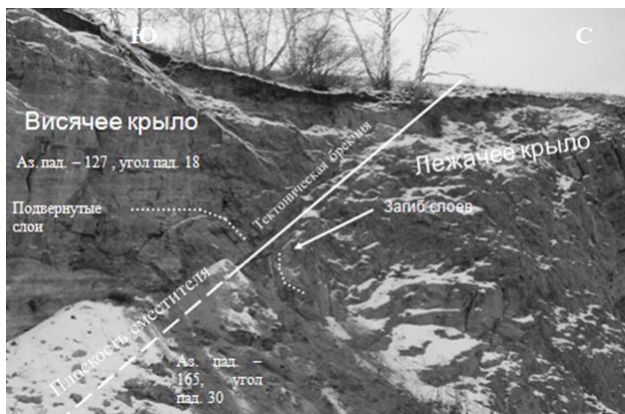


Рис 1. Общий вид тектонического нарушения
(фото Ермакова В.М)

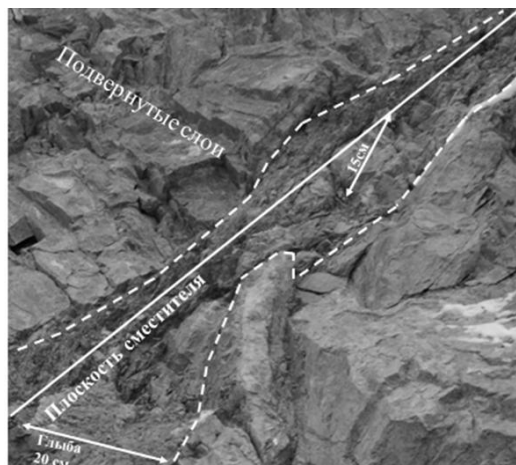


Рис 2. Тектоническая брекчия в зоне сместителя (фото Ермакова В.М.)

Элементы залегания висячего и лежачего крыльев в зоне разрыва со смещением терригенной осадочной толщи сарагашской свиты D2 zv sr: аз. пад. ЮВ 127 градусов, угол пад. 18 градусов. Положение сместителя в пространстве: азимут простирания СВ 75 градусов - ЮЗ 255 градусов, аз. пад. ЮВ 165, угол наклона 30 градусов. Зона сместителя представлена тектонической брекчией имеющей различия в висячей и лежачей части (Рис 2).

Поверхность тектонической брекчии представлена перетертой (рыхлой) серо-зеленой массой глауконитовых песчаников. Поверхность ровная и плотно прилегает к подошве висячего крыла. Нижняя часть тектонической брекчии представлена глыбами и щебнем розоватых песчаников, а также более мелких обломков серых песчаников с блестящими поверхностями. Поверхность (кровля) лежачего крыла, в отличие от висячего, очень неровная с углублениями и выступами различных размеров. Вся масса тектонической брекчии не сцементирована. Мощность ее колеблется от 7см до 20см (в раздувах).

Основным «показателем» разрывного нарушения является вертикальная амплитуда. Для вычисления вертикальной амплитуды был найден маркирующий горизонт серо-зеленных глауконитовых песчаников, который по предположению авторов оказался на поверхности тектонической брекчии, подстилающей подошву висячего крыла. По расположению маркирующего горизонта и находящейся тектонической брекчии этого перетертого зеленовато-серого песчаника и учитывая, что протаскивание обломков отстает от перемещения висячего крыла как минимум в два раза, то, учитывая все выше сказанное, истинная амплитуда нарушения со

смещением оказалась равна 52м. Учитывая угол наклона плоскости сместителя 30градусов, двугранный угол с плоскостью обнажения разлома вертикальная амплитуда соответственно составляет не менее 22м. Таким образом, по классификации разрывов со смещением [1] этот разрыв относится: по относительному положению крыльев – взброс, а по углу наклона сместителя надвиг с вертикальной амплитудой 22м. Исследование этого взброса уточняет тектонику саргашской свиты D2 zv sr. Южнее этого обнаруженного взброса в 0,7км на левобережье Красноярского водохранилища расположено Копковское местонахождение палеофауны (кораллы-ругозы) [2].

Взброс находится в 67 км от г. Абакана по трассе М-54. От п. Сов. Хакасия на автотранспорте можно подъехать к взбросу по проселочной автодороге 2,5км, а далее по тропе 1,5км. Учитывая постоянную доступность к этим объектам, требуются дальнейшие исследования для паспортизации и придания статуса памятника природы или в дальнейшем геологического памятника природы республиканского значения. В действующем «Законе РФ об охране окружающей среды» дается следующее определение памятников природы: «Памятниками природы объявляются отдельные уникальные природные объекты и природные комплексы, имеющие реликтовое, научное, историческое, эколого-просветительское значение и нуждающиеся в особой охране государства». Обнажения разрывных нарушений и палеонтологических объектов являются памятниками природы [3]

Литература

1. Корсаков А.К. Структурная геология: учебник / М.: КДУ, 2009. – 328 с.
2. Кучелов Д.В., Ермаков В.М., Кочковское местонахождение палеофауны. Проблемы геологии и освоения недр // Труды XIV Межд. Симпозиума им. академика М.А.Усова. – Томск, 2010. – Т.1. – С. 54.
3. Степаницкий В.Б., Синецын М.Г. Методические рекомендации по организации особо охраняемых природных территорий регионального значения. Справочное пособие. – Красноярск, 2008. – 134 с.

МАКТРОВЫЕ ПАЛЕОЦЕНОЗЫ БОРИСФЕНСКОГО ЗАЛИВА В ПОЗДНЕМ САРМАТЕ

Д.А. Старин

Научный руководитель старший научный сотрудник Т.А. Иванова

Научно-исследовательский институт геологии Днепропетровского национального университета имени Олеся Гончара, г. Днепропетровск, Украина

Верхнесарматские отложения занимают обширные пространства Южной Украины [1,3,6]. Породы литологически пестры, в основном представлены органогенными известняками, переслаиваемыми с глинисто-карбонатными, реже песчаными осадками. В конце существования сарматского бассейна в результате сильного опреснения произошло значительное вымирание среднесарматской фауны. Род *Mastra*, приспособившийся к новым условиям, остался практически единственным представителем морских моллюсков. Как следствие, идентификация верхнесарматских отложений не является сложной задачей, если в них заключены остатки малакофауны. Нами получены новые данные о мактрах верхнего сармата, что, учитывая их руководящую роль для этих отложений, представляет существенный интерес.



Рис. 1. Схема расположения точек отбора материала

В обнажении верхнего сармата близ с. Новокиевка из песчано-глинистых пород были извлечены 17 створок мактр хорошей и удовлетворительной сохранности. Среди них были не только вышеуказанные виды, но и формы, переходные между ними (рис. 2).

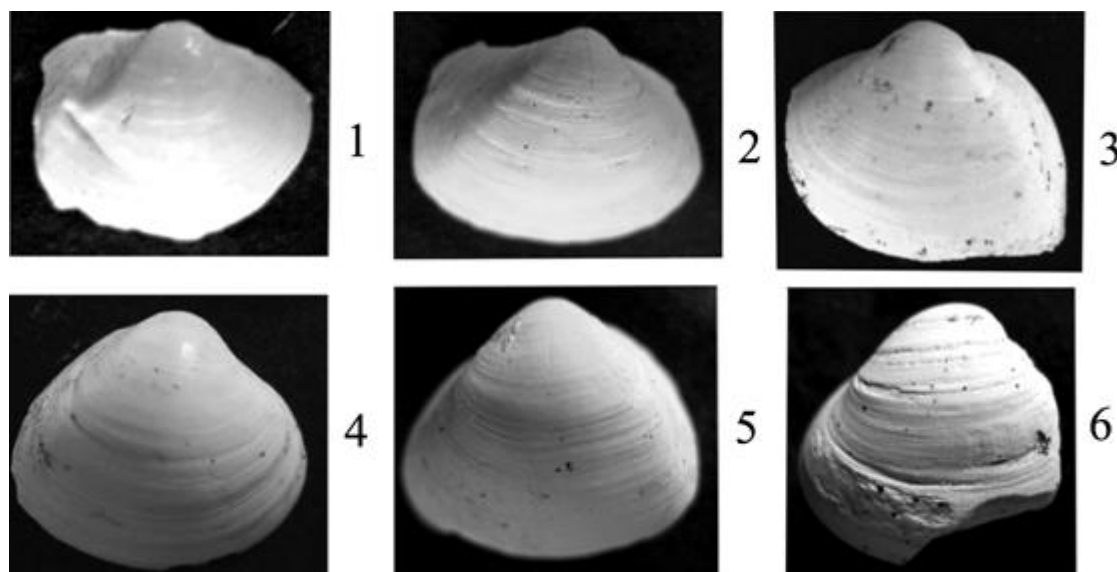


Рис. 2. Переходный ряд верхнесарматских мактр *M. (Ch.) caspia* (Eichw.) – *M. (Ch.) bulgarica* Toula.: фиг. 1, 2 – *M. (Ch.) caspia* (Eichw.), фиг. 3-5 – *M. (Ch.) aff. timida* Zhizh., фиг. 6 – *M. (Ch.) bulgarica* Toula

Проанализированы отложения верхнего сармата Запорожской и Херсонской областей (рис. 1), содержащие многочисленные остатки мактр: *Mactra* (*Chersonimacra*) *caspia* (Eichw.), *M. (Ch.) bulgarica* Toula., *M. (Ch.) timida* Zhizh.

Данная находка представляет существенный интерес, поскольку исследователи, изучавшие верхнесарматские мактры, не пришли к единому мнению об их видовом составе, генетических связях и особенностях распространения [2, 5]. Это во многом связано с широким диапазоном морфологической изменчивости мактрид. Согласно [4], в позднем сармате Восточного Паратетиса существовали: *Mactra* (*Chersonimacra*) *alata* Macarovic, *M. (Ch.) caspia* (Eichw.), *M. (Ch.) bulgarica* Toula., *M. (Ch.) timida* Zhizh., *M. (Ch.) bulgarica* Macarovic.

Л.С. Белокрысом указано широкое развитие в верхнем сармате Борисфенского залива очень изменчивой мактры [2]. Им подчеркнуто, что некоторые изученные экземпляры морфологически близки *M. caspia*, другие сходны с *M. bulgarica*, однако не могут быть идентифицированы с названными таксонами и относятся к одному, весьма изменчивому виду *M. timida*. Л.С. Белокрысом приведена фотография породы с ядрами этой мактры (рис. 3), на которой хорошо заметна ее высокая морфологическая изменчивость. По данным исследователя, *M. timida* встречается в верхней части ростовского горизонта верхнего сармата, в то время как *M. bulgarica* и *M. caspia* характерны для херсонского горизонта. Позже Л.С. Белокрыс отказался от выделения ростовского горизонта и указал на совместные находки *M. caspia* и *M. timida* [3].

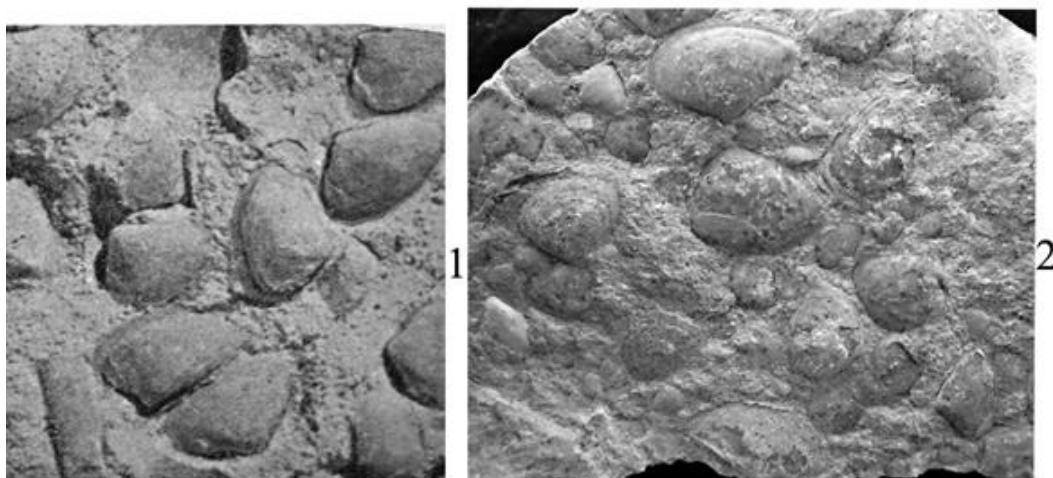


Рис. 3. Ядра верхнесарматских мактр

Похожие ядра встречены нами в керне скважин 9, 10, 33 (рис. 3). Большинство из них можно отнести к виду *M. timida*, однако некоторые ядра явно выходят за рамки параметров, характерных для этой мактры. Кроме

того, ни в одной из скважин не были обнаружены моновидовые мактровые ценозы, принадлежащие *M. caspia* или *M. bulgarica*. Указанные находки позволяют говорить о совместном существовании всех трех видов матр в одном временном интервале. Подобная информация была опубликована в статье Н.П. Сидоровой, посвященной эволюции сарматских матр Восточного Паратетиса [5], где приведен факт нахождения небольшого количества переходных форм между *M. caspia* (Eichw.) и *M. bulgarica* Toulou в различных районах Мангышлака и Западного Предкавказья.

Анализ полученных материалов, представленных как створками раковин, так и ядрами, показал присутствие переходных форм среди известных видов верхнесарматских матр. Вышеизложенное позволяет говорить о широком распространении смешанных популяций матр на территории Борисфенского залива, что объясняется их генетической близостью и существенной морфологической изменчивостью.

Литература

1. Барг И.М. Биостратиграфия верхнего кайнозоя Южной Украины. – Днепропетровск: ДДУ, 1993. – 196 с.
2. Белокрыс Л.С. Об эволюции сарматских мактр в Борисфенском заливе // Палеонтологический журнал. – 1963. – № 1. – С. 13–34.
3. Белокрыс Л.С. Сармат юга УССР // Стратиграфия кайнозоя Северного Причерноморья и Крыма. – Днепропетровск: ДГУ, 1976. – С. 3–21.
4. Невеская Л.А., Гончарова И.А., Парамонова Н.П. и др. Определитель миоценовых двустворчатых моллюсков Юго-Западной Евразии / Под ред. Л.А. Невеской. – М.: Наука, 1993. – 412 с.
5. Сидорова Н.П. К систематике сарматских мактр // Палеонтологический журнал –1960а.– № 2. – С. 85–96.
6. Стратиграфия СССР. Неогеновая система / Под ред. Д.В. Наливкина, Б.С. Соколова. – М.: Недра, 1986. – Т.1. – 420 с.

КОНВЕКТИВНО-КОНТРАКЦИОННАЯ МОДЕЛЬ ОБРАЗОВАНИЯ СТОЛБЧАТОЙ ОТДЕЛЬНОСТИ

Д.Е. Трапезников

Научные руководители доцент А.С. Сунцев, директор минералогического музея

Т.М. Рыбальченко

Национальный исследовательский Пермский государственный университет, г. Пермь, Россия

Столбчатая отдельность – уникальное текстурное образование, характерное для вулканических пород основного состава (в частности, для базальтов). Одним из ярких примеров такого рода текстурных образований является «Дорога Гигантов» в Северной Ирландии, впервые открытая мировому сообществу XVII веке. С этого момента начались дискуссии вокруг возможных причин формирования каменных столбов. Хотя над этой проблемой ведутся исследования не одно столетие, тем не менее вопрос так и не решен полностью. К тому же литература по данному вопросу крайне не многочисленна. Так или иначе для объяснения происхождения столбчатой отдельности предложен ряд гипотез, важнейшие из которых кристаллизационная, кристаллизационно-контракционная, контракционная и конвекционная.

Контракционная теория, объясняющая образование столбчатой отдельности сжатием лавы в процессе ее остывания – контракции, получила признания большинства геологов. Что касается остальных трех гипотез, то по мнению Сирина они представляют лишь исторический интерес [1].

Суть контракционной гипотезы можно описать следующим образом: «... *Закономерное расположение призматических столбов в лавовом потоке, их симметрия и постоянство диаметров указывают на равномерное распределение напряжений в лаве потока в момент образования трещин, которое, носит характер взрыва, т. е. происходит практически мгновенно.*

Величина напряжения (σ), возникающего в какой-либо точке потока в результате его остывания, определяется известной в теории сопротивления материалов формулой: $\sigma = \alpha \cdot E(t_1 - t_2)$, где α — коэффициент линейного температурного расширения, E — модуль упругости. Поскольку α и E для одного лавового потока постоянны, то необходимым условием равенства напряжений во всех точках остывающего лавового объема к моменту образования трещин является равенство разностей начальных и конечных температур ($t_1 - t_2$), что возможно лишь в случае постепенной и равномерной теплоотдачи» [1].

При более детальном рассмотрении контракционной теории можно заметить, что она имеет ряд недоработок, и вообще, слишком искусственна. Хотя эта теория признана большинством геологов, тем не менее, некоторые исследователи придерживаются иных взглядов, или хотя бы не пытаются отрицать факт наличия в пределах каждого столба признаков дифференциации вещества [2], что позволяет предполагать наличие явления конвекции в жидкой фазе во время остывания лавового вещества.

Рассмотрим подробнее конвекцию – явление переноса тепла в жидкостях или газах путем перемешивания самого вещества. Еще в 1947 году физик Н.С. Шишкин [3] детально исследовал возникновение конвективных движений в слое жидкости или газа при наличии неустойчивого состояния. Такое состояние возникает, например, в жидкости, равномерно подогреваемой снизу и охлаждаемой сверху испарением (при нормальной зависимости плотности от температуры). При случайных нарушениях равновесия более лёгкая жидкость, находящаяся внизу, стремится подняться вверх в виде отдельных струй, а более тяжёлая жидкость

стремится опуститься с верхних уровней вниз. Если аномальное распределение плотности поддерживается в течение достаточного времени, то постепенно в жидкости создается упорядоченное конвективное движение. Жидкость приобретает ячеистую структуру. В каждой из ячеек имеется замкнутая циркуляция жидкости. Такие ячейки были названы ячейками Бенара, по имени французского учёного, зафиксировавшего их в 1900 г. в лабораторных условиях.

При наблюдении за поведением горизонтального тонкого слоя вязкой жидкости, заключенной между двумя плоскими параллельными пластинками и нагреваемой снизу, нагрев системы устанавливает в слое жидкости градиент температуры и плотности. Результаты эксперимента зависят от степени нагрева. Когда нет нагрева, жидкость находится в стационарном состоянии между двумя пластинами, имеющими равные температуры.

При слабом нагреве нижней пластины возникает возмущение, но оно быстро гаснет. Жидкость неподвижна в макроскопическом масштабе, скорость направленного движения равна нулю. Энергия рассеивается за счет теплопроводности. Теплопроводность стремится выровнять температуру в системе, а вязкость препятствует направленному движению. Оба явления приводят к преобразованию получаемой извне энергии в неупорядоченную энергию хаотического движения, а, значит, к росту энтропии в системе.

При более сильном нагреве между нижней и верхней поверхностью жидкости возникает разность (или градиент) температур $dT = T_1 - T_2$, причем нижняя пластина нагрета больше ($T_1 > T_2$). В жидкости возникают малые конвективные течения – флуктуации. Конвекция вызывает коллективное движение жидкости, которое реализуется за счет работы сил, вызывающих всплывание более теплых масс жидкости. На элемент объема жидкости действуют сила тяжести T_g , сила Архимеда T_a , силы вязкого трения $T_{тр}$. Конвекция возникает под действием архимедовых сил в поле силы тяжести при наличии неоднородностей в плотности жидкости. Разность температур порождает разность плотностей жидкости. Нижний "легкий" (теплая жидкость с меньшей плотностью) и верхний "тяжелый" (холодная жидкость с большей плотностью) слои стремятся поменяться местами: более теплые слои поднимаются вверх, более холодные опускаются вниз. В жидкости возникают восходящие и нисходящие потоки, струи, закручивающие капли жидкости.

При определенном градиенте температур вся жидкая среда разбивается на правильные шестигранные ячейки, в центре каждой из которых одна порция жидкости движется вверх, другая по краям – вниз. Рост градиента температуры предопределяет победу конвекции, и в системе порядок побеждает хаос. В зависимости от условий опыта структура может быть как цилиндрическая, так и призматическая.

Излившаяся базальтовая лава, насыщенная летучими компонентами, имеет температуру в 1000-1200°. Остывает лава довольно длительное время, так как установлено, что при температуре 600° она все еще остается жидкой. По расчетам А.Н.Сирина [1], суточное понижение температуры в лавовом покрове составляет около 2°C. Подстилающая покров поверхность представлена горными породами, обладающими низкой теплопроводностью, верхняя поверхность контактирует с воздушной или водной средой, имеющими гораздо более высокую теплопроводность. Это приводит к тому, что температурный градиент ориентируется вертикально вверх. Создаются необходимые условия для возникновения конвективного движения в данном слое, и вполне вероятно, что через какое-то время, а его вполне достаточно, начнут возникать ячейки Бенара, форма которых станет «затравкой» для формирования каменных колонн. Такое развитие событий подтверждается наблюдениями за излившимся лавовым покровом вулкана Килауэа [4].

Изложенный выше материал позволил автору предложить новую «конвективно-контракционную» модель образования столбчатой отдельности, процесс формирования которой, можно разделить на шесть стадий.

Стадия 1 – образование покрова. На данной стадии происходит извержение вулкана и образование стационарного (неподвижного) лавового озера (покрова), поверхность которого мгновенно покрывается тонкой коркой застывшей лавы. Со времени образования покрова начинается временной и температурный отсчет. Температура лавы составляет около 1200°C.

Стадия 2 – стадия флуктуации (самоорганизации, вихрей). В стационарном лавовом покрове начинается медленное охлаждение. Разность температур на верхней и нижней границах приводит к разности плотностей лавы в покрове. В веществе самопроизвольно при его неравномерном охлаждении в поле тяготения появляется конкурирующий механизм рассеяния энергии – конвекция. Более теплые нижние слои становятся легче и всплывают, а верхние слои, наоборот, остывают, становятся тяжелее и опускаются вниз. При некоторых условиях перемешивание вещества самоорганизуется, возникает структура отдельных вихрей – флуктуаций.

Стадия 3 – заложение конвекции. В лавовом веществе возникают малые конвективные течения. Эти течения пока разрознены, на поверхности покрова образуются крупные полигоны неправильной формы с сечением в десятки метров. Очертания полигонов обнаруживаются по трещинам в образовавшейся корке застывшей лавы. После излияния прошло несколько минут, температура лавы понизилась до 1000-900°C.

Стадия 4 – собственно конвекция. В слое лавы конвективные течения приобретают все более упорядоченную структуру. Крупные полигоны, образовавшиеся на предыдущих стадиях, разбиваются на полигоны более правильной формы с сечением 4-5 м. На поверхности возникает всхолмленный рельеф из-за выделяющихся газов, находящихся между жидкой и застывшей лавой. Прошли первые часы после излияния. Температура опускается, вероятно, до 900-800°C.

Стадия 5 – стадия ячеек Бенара. На этой стадии конвективные течения образуют ячейки Бенара, преимущественно гексагональной формы, с сечением в десятки сантиметров, редко – до метра. На поверхности лавового покрова закладываются более мелкие полигоны. Температура постепенно понижается от 800 до 600°C, после излияния проходят месяцы.

Стадия 6 – контракционная. Вступают в действие контракционные силы. При постепенном охлаждении условия всё приближаются к прекращению текучести. На участках понижений микрорельефа создаются благоприятные условия для возникновения трещин. Это места лобового столкновения горизонтальных конвекционных потоков, которые являются наиболее остывшими, и как следствие, имеют наименьший объем. Именно здесь закладываются микротрещины, которые при последующем остывании лавового вещества, его сжатии и растрескивании (контракции), будут разрастаться на глубину, тем самым повторяя очертания ячеек Бенара и придавая горной породе столь необычную форму столбов. При полном остывании горная порода заметно сжимается, в результате чего расстояния между соседними столбами, достигают нескольких сантиметров.

Сечения столбов, как правило, имеют гексагональную форму, но из-за влияния различных факторов внешней среды количество сторон в многогранниках может колебаться от 3 до 9. Высота столбов равна мощности материнского лавового покрова, обычно составляет несколько метров, изредка превышая 10 м.

Итак, столбчатая отдельность формируется в определенных условиях: 1) при обогащении лавы преимущественно водным флюидом, способствующим понижению точки кристаллизации; 2) в лаве с низкой вязкостью и, следовательно, обладающей высокой подвижностью; 3) при излиянии лавы в аэральные условия, способствующих относительно медленному ее остыванию. В процессе формирования столбчатой отдельности принимают участие два явления: на начальном этапе – конвекция, на заключительном – контракция. Исходя из этого, новая схема формирования столбчатой отдельности в вулканических породах названа «конвективно-контракционной моделью».

Литература

1. Сирин А.Н. Разновидности столбчатой отдельности в лавовом потоке и условия ее образования // Тр. Лаб. вулканологии АН СССР – М., 1962. – Вып. 21. – С. 50-56.
2. Хилс Е.Ш. Элементы структурной геологии. – М.: Изд-во Недр, 1967. – 433 с.
3. Шишкин Н.С. Образование ячеистых структур в слоях жидкости или газа // Успехи физических наук, 1947. – Вып. 4. – С. 461-490.
4. Peck D.L., Minakami J. The formation of columnar Joints in the upper of Kilauean lava lakes, Hawaii // Bull/ Geol. Soc. Amer. 1968. V. 79, N 9. P. 1151.

ПРОТОВАРИНОФИТОН ИЗ НИЖНЕДЕВОНСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ В ОКРЕСТНОСТЯХ ГОРОДА КРАСНОЯРСКА

А.Н. Филимонов

Научный руководитель профессор В.М. Подобина

Национальный исследовательский Томский государственный университет, г. Томск, Россия

В 2011 году в кернохранилище лаборатории микропалеонтологии ТГУ были обнаружены коллекции девонских растений и полевые дневники. Изучение этих материалов показало, что часть коллекции происходит из разреза расположенного на правом берегу р. Енисей в 1 км от пос. Торгашино близ г. Красноярск. Коллекции собраны Л.И. Быстрицким в 1962-63 гг., но ранее обработаны не были. Предварительное изучение коллекции из данного разреза позволило установить приуроченность растительных остатков к ассафьевской свите нижнего девона [3]. Ископаемые растения залегают здесь в основании разреза девонских отложений и приурочены к горизонту красных песчаников, перекрывающих несогласно кембрийские известняки с фауной археоциат [1].

Растительность данного времени имела в основном травянистый характер, населяла низменные сырые места вокруг водных бассейнов, а также мелководные прибрежные области. Виды *Protobarinophyton* образовывали, подобно современной морской траве, целые подводные заросли с поднимающимися над водой споросными органами. Ниже приведено описание некоторых образцов из этой коллекции. Образцы отобраны из слоев мелкозернистого песчаника красновато-серого цвета со слабо выраженной слоистостью.

Protobarinophyton obrutschevii Ananiev

1954. *Barinophyton obrutschevii*, Ананьев. О нижнедевонской флоре юго-восточной части западной Сибири, стр. 308, табл. I, фиг. 3-5; табл. V, фиг. 1-3.

1955. *Protobarinophyton obrutschevii*, Ананьев. «Растения» в Атласе руководящих форм ископаемых фауны и флоры западной Сибири, I, стр. 285, табл. LXVII, фиг. 3, 4; табл. LXVIII, фиг. 2; табл. LXX, фиг. 6, 7; табл. LXXI, фиг. 3, 4; табл. LXXII, фиг. 1; табл. LXXIII, фиг. 1.

1957. *Protobarinophyton obrutschevii*, Ананьев. «Новые ископаемые растения из нижнедевонских отложений у с. Торгашино в юго-восточной части западной Сибири» в ботаническом журнале. Том XLII, стр. 695, табл. I, фиг. 4; табл. III, фиг. 1; рис. 3.

1962. *Protobarinophyton obrutschevii*, Ананьев. Материалы к фитоистратиграфии девонских отложений Алтае-Саянской горной области, стр. 79, табл. V, фиг. 1-8.

1963. *Protobarinophyton obrutschevii*, Ананьев, Сенкевич. Основы палеонтологии. Водоросли, мохообразные, псилофитовые, плауновидные, членистостебельные, папоротники. Том 14, стр. 327, табл. II, фиг. 1-5.

Диагноз: Скопление гладких, круглых, одинаковой толщины, внизу H- и U- образно разветвленных, а наверху равно дихотомически ветвящихся осей с тонким проводящим из кольцевидных трахеид. Оси заканчиваются спороносными колосками типа *Varinophyton*. Спорангии без ножки, крупные, округлой дисковидной формы плотно прилегающие друг к другу двумя смыкающимися рядами, направленными в одну сторону, они раскрывались щелью вдоль экваториальной части [2].

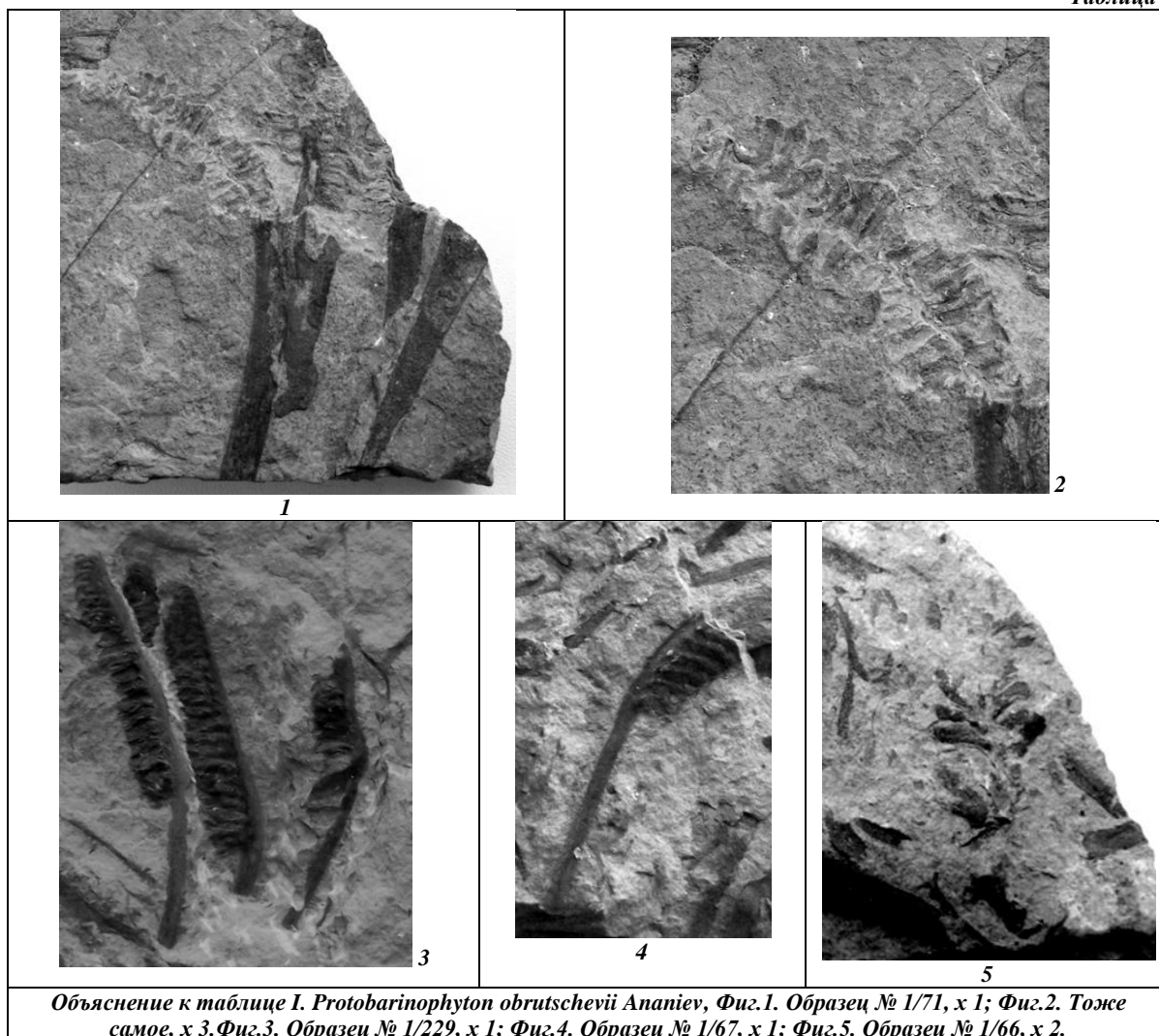
Описание: Образец №1/ 71 [табл. I, фиг.1, 2]. На образце отчетливо видны отпечатки трех спороносных колосков. Два из них относятся к одной дихотомически разветвленной оси. Отношение третьего спороносного колоска к какой-либо оси просмотреть не удается. Спороносные колоски величиной 20 мм. Спорангии симметрично расположены по обе стороны оси колоска и в большинстве случаев, имеют линзовидную и слегка изогнутую форму. Ширина оси до 5 мм.

Образец № 1/229 [табл. I, фиг.3]. Имеются четыре спороносных колоска. Спорангии располагаются по одну сторону. Между левым и средним колосками видна только верхняя часть колоска. Длина колосков достигает 48 мм, длина спорангиев составляет 9 мм. На верхней части колосков спорангии имеют форму, слегка закругленную и направленную книзу. Толщина сохранившейся части оси до 2-3 мм. У крайнего правого колоска сохранилась только нижняя часть. Крайние правый и левый колоски находятся примерно на одном уровне наложения. Средний колосок находится немного глубже. Судя по залеганию, все они относятся к одному растению.

Образец № 1/ 67 [табл. I, фиг.4]. На образце видно растение со спороносным колоском с сохранившейся нижней частью колоска. Спорангии в колоске расположены на одной стороне. Нижний спорангий имеет округлую форму. Ширина колоска достигает 7 мм. В нижней части фрагмента оси, заметно тонкое образование, которое, возможно является проводящим пучком.

Образец № 1/66 [табл. I, фиг.5]. На образце видна часть спороносного колоска, с двусторонним расположением спорангиев. Большая часть колоска не сохранилась, его размер 14 м, длина спорангиев достигает 4 мм.

Таблица



Объяснение к таблице I. *Protobarinophyton obrutschewii* Ananiev, Фиг.1. Образец № 1/71, x 1; Фиг.2. То же самое, x 3. Фиг.3. Образец № 1/229, x 1; Фиг.4. Образец № 1/67, x 1; Фиг.5. Образец № 1/66, x 2.

Сравнение: От вида *Pectinophyton bipectinatum* Ananiev отличается более плотным расположением спорангиев на оси колоска.

Распространение: Алтае-Саянская горная область, Рыбинская, Минусинская и Кузнецкая впадины, нижний девон.

Местонахождение: пос. Торгашино, Рыбинская впадина, ассафьевская свита.

Литература

1. Ананьев, А.Р. Важнейшие местонахождения девонских флор в Саяно-Алтайской горной области. – Томск: Издательство Томского университета, 1959. – 124 с.
2. Ананьев, А.Р. Новые ископаемые растения из нижнедевонских отложений у с. Торгашино в юго-восточной части Западной Сибири // Ботанический журнал. – М.: Издательство АН СССР, 1957. – Т. XLII. – С. 691-702.
3. Решения Всесоюзного совещания по разработке унифицированных схем докембрия, палеозоя и четвертичной системы средней Сибири 1979 г. Часть II (средний и верхний палеозой). – Новосибирск: Сибирский научно-исследовательский институт геологии, геофизики и минерального сырья, 1982.

КОНОДОНТЫ НА РУБЕЖЕ МОСКОВСКОГО И КАСИМОВСКОГО ВЕКОВ ЮЖНОГО УРАЛА

С. В. Фрешер

Научный руководитель доцент Г. М. Сунгатуллина
Казанский Федеральный университет, г. Казань, Россия

Конодонты являются одной из наиболее быстро эволюционирующих групп фауны, используемых при решении вопросов, касающихся положения и уточнения границ стратонов разного ранга, в том числе и интересующего нас стратиграфического пограничного московско-касимовского интервала. Целью проведенного исследования явилось изучение конодонтов верхней части московского (подольский горизонт) и нижней части касимовского ярусов (кревьякинский горизонт) из обнажения, расположенного на р. Усолка (Южный Урал) и установление границы между ярусами. Для достижения поставленной цели решались следующие задачи: определение таксономического состава и стратиграфического распространения отдельных видов (рис. 1); проведение биостратиграфического анализа конодонтов, исследование морфогенетических изменений на границе московского и касимовского веков, обнаружение вида, четко фиксирующего нижнюю границу касимовского яруса.

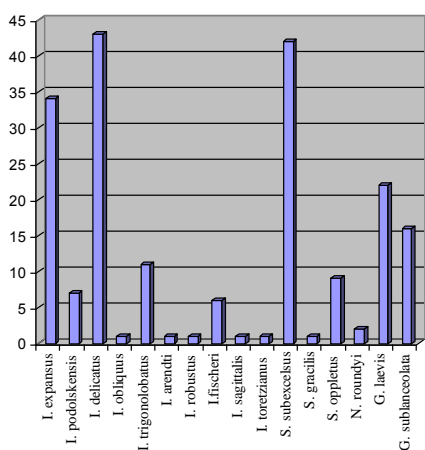


Рис. 1. Распространение конодонтов в изученном обнажении

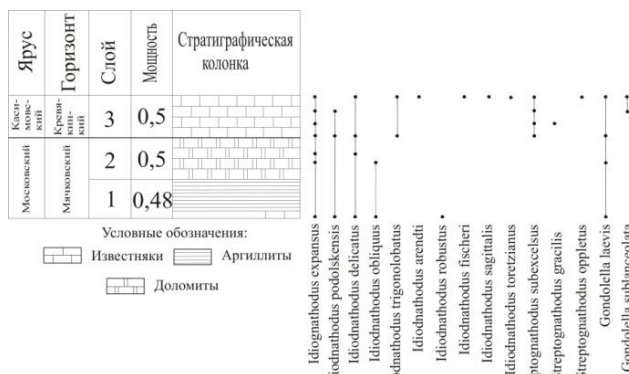


Рис. 2. Систематический состав конодонтов

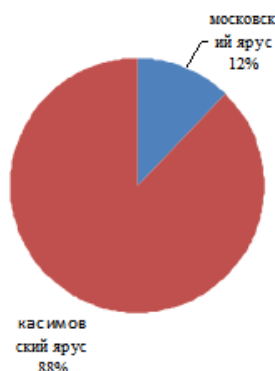


Рис. 4. Соотношение конодонтов в отложениях московского и касимовского ярусов

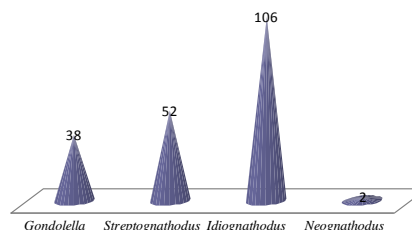


Рис. 3. Количество видов конодонтов, относящихся к разным родам

В итоге проведенной работы получены следующие результаты:

1. Определено 16 видов платформенных конодонтов, относящихся к четырем родам (рис. 2). В сообществе конодонтов доминируют идиоignатодусы (рис. 3). Количество конодонтов в отложениях московского яруса существенно ниже, чем в вышележащих касимовских образованиях (рис. 4).

2. Биостратиграфический анализ конодонтов позволил выявить ряд закономерностей в развитии отдельных родов:

а) Конодонты рода *Idiognathodus* составляют основной элемент комплекса (рис. 3). Идиоignатодусы мячковского времени преимущественно имеют тонкие, многочисленные ребра и хорошо развитые дополнительные лопасти, как, например, у *Idiognathodus obliquus* Kossenko et Kozitskaya (рис. 5.A). На рубеже среднего и верхнего карбона среди идиоignатодусов начинаются морфологические изменения как в очертаниях платформы – ее передняя часть расширяется, и она становится треугольной (*Idiognathodus trigonolobatus* Barskov et Alekseev), так и в ее орнаментации – количество ребер либо сокращается (*I. arendti* Barskov et Alekseev), либо они прерываются на заднем конце платформы (*I. toretzianus* Kozitskaya) (рис. 5, Б). В целом состав идиоignатодусов касимовского века сохраняет унаследованность от московского, отличаясь от него присутствием ряда новых форм: *Idiognathodus arendti* Barskov et Alekseev, *I. fischeri* Alekseev et Goreva, *I. sagittalis* Kozitskaya, *I. toretzianus* Kozitskaya, *I. trigonolobatus* Barskov et Alekseev. В общем, начало касимовского века характеризуется резким эволюционным скачком в развитии данного рода: здесь наблюдается и небольшое увеличение разнообразия видов, и существенное возрастание количества экземпляров идиоignатодусов (рис. 6).

б) Конодонты рода *Streptognathodus* в отложениях московского яруса не встречены, а начало позднего карбона отмечено массовым развитием вида *S. subexelsus* Alekseev et Goreva. Кроме него, в нижней части касимовского яруса появляются *Streptognathodus gracilis* Kozitskaya и многочисленные *S. opletus* Ellison (рис. 1).

в) Конодонты рода *Gondolella* в московском веке встречаются редко, представлены видом *Gondolella laevis* Kossenko et Kozitskaya, поверхность которого лишена орнаментации (рис. 7A). В касимовских отложениях гондолеллы более многочисленны: здесь кроме *Gondolella laevis* Kossenko et Kozitskaya, также присутствует *G. sublancoolata* Gunnell, несущая грубые ребра на платформе и массивный главный зубец (рис. 7Б).

г) Конодонты рода *Neognathodus* найдены только в отложениях московского яруса, где обнаружены единичные *N. roundyi* (Gunnell), имеющие важное стратиграфическое значение. Данный вид обладает довольно узким интервалом стратиграфического распространения, который ограничен верхней частью московского яруса [1].

3. Анализ стратиграфического распределения конодонтов в изученном разрезе позволил выделить по конодонтам две биозоны. Так, комплекс конодонтов верхней части московского яруса (слои 1 и 2) по присутствию *Neognathodus roundyi* (Gunnell) дает возможность установить возраст вмещающих пород, как отложения зоны *N. roundyi*, коррелируемой с одноименной зоной Московской синеклизы и востока Русской плиты. Состав конодонтов нижней части касимовского яруса (слой 3) отвечает зоне *Streptognathodus subexelsus*, имеющей широкое географическое распространение и выделенной пределах Русской плиты.

4. Биостратиграфическим критерием границы московского и касимовского ярусов, на наш взгляд, является первое появление и массовое развитие вида *Streptognathodus subexelsus* Alekseev et Goreva. Именно он встречен у самого основания касимова не только на Южном Урале, но и в других регионах, что облегчает проведение с его помощью межрегиональной корреляции разрезов.

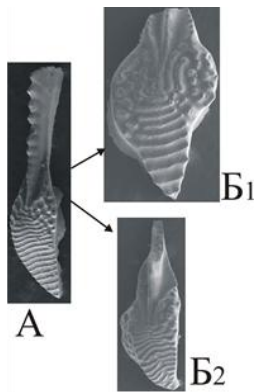


Рис. 5. Конодонты
рода *Idiognathodus*: (А – *I. obliquus*,
московский ярус; Б –
касимовский ярус: Б1 –
***I. trigonolobatus*, Б2 –**
***I. toretzianus*)**

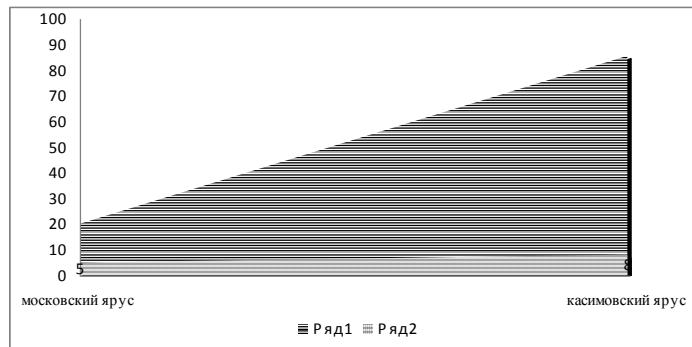


Рис. 6. Изменение количества экземпляров (ряд 1) и видов (ряд 2)
идиогнатодусов в конце московского – начале касимовского
веков)



Рис. 7. Конодонты
рода *Gondolella*: (А – *G. laevis*,
мячковский
горизонт; Б –
***G. sublanceolata*,**
кревякинский
горизонт)

Литература

1. Махлина М. Х., Алексеев А.С., Горева Н.В. и др. Средний карбон Московской синеклизы (южная часть) Палеонтологическая характеристика. М.: Научный мир, 2001. – Т. 1. – 328 с.

МИНЕРАЛОГИЯ, ГЕОХИМИЯ И ПЕТРОГРАФИЯ

МИНЕРАЛЬНАЯ ЗОНАЛЬНОСТЬ ОКОЛУРУДНЫХ МЕТАСОМАТИЧЕСКИХ ОРЕОЛОВ В МЕТАМОРФИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСАХ КАК АЛЬТЕРНАТИВА МИНЕРАЛЬНЫМ СУБФАЦИЯМ РЕГИОНАЛЬНОГО РЕГРЕССИВНОГО МЕТАМОРФИЗМА (ГИДРАТАЦИИ)

И.В. Кучеренко, профессор

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Метаморфические породы, которые не подвергаются после образования воздействию флюидов-теплоносителей, способны сохранять приобретенные в процессе регионального метаморфизма нагревания состав и строение бесконечно долго. Один из примеров – архейские ультраметаморфические комплексы фундамента древних платформ или очагово-купольных сооружений более молодого возраста.

Напротив, последующие преобразования метаморфических пород, нередко с существенным изменением химических составов, происходят при взаимодействии их с горячими растворами разного происхождения.

Скажем, в архейских ультраметаморфических комплексах Алдана даже в контактах отличных по химическому составу сред, например, доломитовых мраморов и алюмосиликатных пород, контактово-реакционные процессы в диффузионном или инфильтрационном вариантах с образованием метасоматитов – флогопитоносных магнезиальных скарнов реализованы только при условии разогревания приконтактной области и проникновения в нее на тектонически «сорванных» участках горячих растворов. Источниками флюидов считаются гранитные расплавы. Это подтверждается рядом фактов: пространственным совмещением метасоматических ореолов с ареалами позднего магматизма, одновременным образованием тех и других, усилением интенсивности метасоматических преобразований в объемах земной коры, наиболее насыщенных гранитными телами, образованием скарновых залежей на магматическом и послемагматическом этапах соответственно в экзо-, экзо- и эндоконтактах гранитных интрузий. Таким образом, эпигенетические метасоматические преобразования ультраметаморфического субстрата здесь обусловлены процессами его гранитизации и связанной с ними флюидной активности в Р-Т – режимах, сопоставимых, судя по исходным и новообразованным минеральным ассоциациям, с Р-Т – режимами образования ультраметаморфических пород.

Распространенный случай послеметаморфической сохранности метаморфических комплексов представляют мощные толщи протерозойских и палеозойских регионально метаморфизованных углеродистых терригенных и терригенно-карбонатных (черных) сланцев осадочных бассейнов. На обширных пространствах сланцы содержат однообразный мусковит-биотитовый метаморфический парагенезис, представляющий наиболее низкотемпературную зону ареала зонального регионального метаморфизма нагревания. В этой зоне в основном сохраняется цементно-обломочная структура осадочных пород, но цемент в них, а также основная ткань тонкозернистых алевролитов и пелитов подверглась перекристаллизации. Зональность выражается в смене в обрамлении осадочных бассейнов (Бодайбинский прогиб) или внутри них (Енисейский, Муйский районы) мусковит-биотитовой ассоциации зонами ультраметаморфитов, содержащих гранаты, пироксены и другие более высокотемпературные минералы и слагающих очагово-купольные сооружения разной степени зрелости.

Вместе с тем, во многих районах на послеметаморфических этапах черносланцевые толщи представляют собой арену высокой флюидной активности и гидротермального рудообразования. Наиболее многочисленны золоторудные проявления и месторождения, в том числе крупные и уникальные. Они занимают относительно локальные вдоль глубинных и сопровождающих их региональных разломов объемы земной коры, но, в отличие от минеральных ассоциаций этапа гранитизации, содержат обширные наборы средне-низкотемпературных минеральных новообразований в составе минералов хлоритовой и эпидотовой групп, актинолита-тремолита, альбита, серицита, магнезиально-железистых карбонатов, кварца и других в разных сочетаниях и количественных соотношениях, образующих локальные зональные рудовмещающие и околорудные, в том числе околужильные ореолы. В ореолах минеральные ассоциации этапов седиментации и регионального метаморфизма нагревания в разной степени замещены перечисленными минералами. Существует два альтернативных варианта объяснения причин и условий подобных минеральных замещений. Оба варианта обсуждаются в докладе.

Начавшееся в Ленском районе в шестидесятых годах прошлого столетия и продолжающееся до сих пор [8] противопоставление в рамках метаморфогенно-гидротермальной гипотезы образования золотых месторождений в черных сланцах магматогенным месторождениям, залегающим в кристаллическом субстрате, первоначально опиралось на идею, согласно которой в процессе зонального регионального метаморфизма золото «перегонялось» из формировавшихся высокотемпературных зон в низкотемпературную «хлоритовую» (В.А. Буряк). Это означало, что золотые месторождения (Сухой Лог и другие) образовались за счет местных (породных) источников металлов в результате функционирования метаморфогенных растворов, генерированных в высокотемпературных зонах дегидратации минералов и пород. В соответствии с этим представлением пространственно разобщенные слагающие рудовмещающие и околорудные ореолы минеральные новообразования принадлежат к биотит-хлоритовой, хлорит-серицитовой, кварц-альбит-серицит-карбонатной и другим субфациям регрессивного метаморфизма и инициированного им метаморфогенно-гидротермального

рудообразования. Субфации объединяются в так называемую фацию зеленых сланцев. Рудная жильно-прожилково-вкрапленная золото-сульфидно-кварцевая минерализация, связанная с измененными сланцами единством процесса образования и представляющая в силу этого их неотъемлемую составную часть, приурочена в основном к породам последних двух субфаций, не содержащих биотит и, как правило, хлорит, то есть к породам, наиболее измененным [2].

Хотя в наше время от этой и других сменявших одна другую во времени идей осталось лишь воспоминание, но по-прежнему разделяемое многими представление о породных источниках сосредоточенного в рудах золота [10, 11, 13 и др.], не подтвержденное по объективным и субъективным причинам расчетами из-за недоступности подрудного и некорректного изучения [4] околорудного пространства, принадлежность околорудно измененных пород в золоторудных полях «черносланцевого типа» к субфациям регионального регрессивного метаморфизма и квалификация рудообразующих процессов как метаморфогенно-гидротермальных, как правило, не подвергается сомнению [2, 8, 10 – 13 и др.]. Это не мешает приписывать «метаморфизирующим» растворам в том числе и магматогенное происхождение.

С учетом существующей ситуации очевидная потребность дальнейшего уточнения и обоснования концепции образования золотых месторождений в черных сланцах в рамках совершенствования общей теории гидротермального рудообразования требует переоценки ранее известных данных, накопления новых фактов и новых знаний. В этом плане выполнено сравнительное детальное исследование составов минеральных комплексов руд, последовательности, физико-химических и термодинамических условий их образования, околорудно измененных пород, связей рудообразования с магматизмом и метаморфизмом, геодинамических режимов образования и тектонических условий залегания месторождений, рудных узлов и районов. Объектами исследований служили пятнадцать хорошо вскрытых золотых месторождений Кузнецкого Алатау, Восточного Саяна, Северного Забайкалья, Сьюльбанской зоны, Ленского района с привлечением данных по другим рудоносным площадям, в основном южного горно-складчатого обрамления Сибирской платформы.

Полученные результаты демонстрируют геолого-генетическую однородность месторождений «черносланцевого» и «несланцевого» типа [6] и их принадлежность к совокупности мезотермальных (плутоногенных) месторождений. В докладе, как отмечалось, приведены результаты исследования в одном из его аспектов, относящегося к составу, структуре ореолов измененных пород и их происхождению.

Разработана типовая, приложимая к черносланцевому и кристаллическому субстрату, схема минералого-петрохимической зональности околорудных (рудовмещающих) ореолов измененных пород [5]. По составам новообразованных минералов, смене их от одной минералого-петрохимической зоны к другой, изменению химических составов пород в каждой зоне ореолы отвечают сочетанию березитовой метасоматической формации в тыловых зонах и пропилитовой формации – в периферийных подобно тому, как это имеет место в пропилит-скарновых, пропилит-грейзеновых, пропилит-аргиллизитовых метасоматических колонках [3].

Если залежи жильно-прожилково-вкрапленной продуктивной золото-сульфидно-кварцевой минерализации в черных сланцах совмещены с тыловыми зонами метасоматических ореолов, в кварцево-жильных полях тыловые зоны непосредственно обрамляют рудные жилы. Мощность березитовой зоны редко превышает 1,0...1,5 м, смежной альбитовой – первых м, в сланцах – десятков м, промежуточной хлоритовой (эпидотовой, эпидот-хлоритовой) – сотен м, фронтальной – тысяч м. В расланцованных согласно рудным залежам или жилам кристаллических породах или черных сланцах минеральные зоны чередуются в поперечных разрезах ореолов, образуя структуру «слоеного пирога». Так, хлоритовая зона перемежается с альбитовой, альбитовая с березитовой и т. д. Но и в этом чередовании рудная минерализация тяготеет к тыловым зонам наиболее измененных пород, что подчеркивает совместное их образование. Мощность минеральных зон апосланцевых рудовмещающих метасоматических ореолов прямо соотносится с мощностью рудных залежей. Главная рудная залежь месторождения Сухой Лог, например, обрамлена «слоеным пирогом» с чередующимися в нем тыловыми зонами общей мощностью до многих сотен метров, обрамление маломощных, хотя и многочисленных, минерализованных зон Западного участка месторождения включает наряду с тыловыми еще и промежуточную хлоритовую зону рудовмещающего метасоматического ореола. Напротив, мощность околорудных метасоматических ореолов в массивных гранитах Западного, Богодиканского, Верхне-Сауканского месторождений Северного Забайкалья не превышает вместе с фронтальной зоной десятков метров.

Изменение химических составов пород отвечает процессу березитизации [1] и выражается в поступлении в тыловые зоны углекислоты, восстановленной серы, калия, выносе натрия и частично кремния. Первые три элемента фиксируются в метасоматитах преимущественно тыловых зон в карбонатах, сульфидах, сериците, удаление двух других сопровождается исчезновением из березита альбита и кристаллизацией экстрагированного из пород кремнезема в форме кварца в прожилках и жилах.

Учитывая приведенные данные и утвержденную Петрографическим кодексом [9] квалификацию метаморфического процесса как изохимического, а метасоматического – аллохимического, требуется уточнить понятийную базу, используемую для оценки происхождения околорудно измененных пород в черных сланцах, в частности, и в месторождении Сухой Лог. Реконструированная с использованием данных С.Д. Шера, В.Н. Шарова, А.П. Шмотова, И.В. Коновалова и авторских материалов [7] структура рудовмещающего метасоматического ореола месторождения вписывается в типовую схему околорудной (рудовмещающей) метасоматической зональности березит-пропилитового профиля. Поэтому целесообразно отказаться от устаревшей, но до сих пор используемой терминологии [12], отражающей ошибочное представление об околорудных изменениях черных сланцев вследствие регрессивного регионального метаморфизма гидратации. В соответствии с этим следует заменить субфации зеленосланцевой фации минералого-петрохимическими зонами

околорудных метасоматических ореолов, в нашем случае фронтальной, хлоритовой (эпидот-хлоритовой), альбитовой, тыловой (березитовой). Поскольку минеральные ассоциации фации зеленых сланцев регионального зонального метаморфизма и пропилитовой метасоматической формации совпадают, и коль скоро не будут найдены доказательства изохимического в отдельных случаях, скажем, в толщах черных сланцев вне рудоносных площадей, режима пропилитового процесса, с термином «фация зеленых сланцев», возможно, тоже целесообразно расстаться, то есть исключить ее из перечня метаморфических фаций подобно цеолитовой и пренит-пумпеллиитовой. В этом случае в качестве наиболее низкотемпературной фации зонального регионального метаморфизма нагревания останется мусковит-биотитовая.

Из приведенных данных следует, что противопоставление месторождения Сухой Лог магматогенно-гидротермальным, образованным в кристаллическом субстрате, по происхождению околорудно измененных пород [7], как, впрочем, и по другим признакам [6], неадекватно реальной ситуации.

Одна из особенностей гидротермальных околорудных изменений черных сланцев в золоторудных месторождениях, в том числе в Сухом Логу, – дефицит метасоматитов (березитов) тыловой зоны метасоматических ореолов и обычное отсутствие признаков усиления изменений в экзоконтактах многочисленных золотоносных кварцевых прожилков и крупных кварцевых жил, – они имеют резкие (нитевидные) контакты с черными сланцами. В объяснении этих явлений учитываются следующие факты.

В рудных полях, сложенных толщами черных сланцев и прорывающими их массивами гранитов (Каралонское, Уряхское в Северном Забайкалье) или локальными частично замещающими их штоками гранитов в обрамлении ультраметаморфических пород очагово-купольных построек (Кедровское там же), золотоносные кварцевые жилы среди изверженных и ультраметаморфических пород всегда обрамлены зонами полнопроявленных березитов в составе околужильных метасоматических ореолов. Образованные в рамках одних с ними рудообразующих процессов даже крупные золотоносные (промышленные) кварцевые жилы и минерализованные зоны, залегающие в черных сланцах, оторочками березитов, за редкими исключениями, не сопровождаются. Это означает, что дефицит березитов в черных сланцах обусловлен не глубокими геолого-генетическими различиями процессов образования месторождений в черносланцевом, с одной стороны, и кристаллическом, с другой, субстрате, а влиянием среды рудообразования на физико-химические параметры растворов и их эволюцию. Требуется исследовать сущность этого влияния.

Литература

1. Бородаевский Н.И., Шер С.Д. Об околорудных изменениях в месторождениях золота // Труды ЦНИГРИ. Вып. 76. – М., 1967. – С. 113 – 126.
2. Гаврилов А.М., Кряжев С.Г. Минералого-геохимические особенности руд месторождения Сухой Лог // Разведка и охрана недр, 2008. – № 8. – С. 3 – 16.
3. Жариков В.А. Некоторые закономерности метасоматических процессов // Метасоматические изменения боковых пород и их роль в рудообразовании. – М.: Недра, 1966. – С. 47 – 63.
4. Кучеренко И.В. К методике формирования выборок для расчета статистических параметров распределения и баланса химических элементов в околорудном пространстве гидротермальных месторождений золота // Известия Томского политехнического университета. – Томск, 2005. – Т. 308. – № 2. – С. 23 – 30.
5. Кучеренко И.В. Петролого-геохимические свидетельства геолого-генетической однородности гидротермальных месторождений золота, образованных в черносланцевом и несланцевом субстрате // Известия Томского политехнического университета. – Томск, 2007. – Т. 311. – № 1. – С. 25 – 35.
6. Кучеренко И.В. Металлогения золота: приложение к мезотермальным месторождениям, образованным в несланцевом и черносланцевом субстрате горно-складчатых сооружений южной Сибири // Современные проблемы геологии и разведки полезных ископаемых: Матер. Междунар. конф., г. Томск, 5 – 8 окт. 2010 г. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2010. – С. 241 – 256.
7. Кучеренко И.В., Гаврилов Р.Ю., Мартыненко В.Г., Верхозин А.В. Петролого-геохимические черты околорудного метасоматизма в золоторудном месторождении Сухой Лог (Ленский район). Ч. 2. Петрология околорудного метасоматизма // Известия Томского политехнического университета. – Томск, 2012. – Т. 320. – № 1. – С. 28 – 37.
8. Лаверов Н.П., Чернышов И.В., Чугаев А.В. и др. Этапы формирования крупномасштабной благороднометаллической минерализации месторождения Сухой Лог (Восточная Сибирь): результаты изотопно-геохронологического изучения // Доклады РАН. – М., 2007. – Т. 415. – № 2. – С. 236 – 241.
9. Петрографический кодекс России (магматические, метаморфические, метасоматические, импактные образования) / под ред. О.А. Богатикова и О.В. Петрова. – С-Пб.: Изд-во ВСЕГЕИ, 2008. – 198 с.
10. Русинов В.Л., Русинова О.В., Кряжев С.Г. и др. Околорудный метасоматизм терригенных углеродистых пород в Ленском золоторудном районе // Геология рудных месторождений. – М., 2008. – Т. 50. – № 1. – С. 3 – 46.
11. Чернышов И.В., Чугаев А.В., Сафонов Ю.Г. и др. Изотопный состав свинца по данным высокоточного MC ICP MS метода и источники вещества крупномасштабного благороднометаллического месторождения Сухой Лог (Россия) // Геология рудных месторождений. – М., 2009. – Т. 51. – № 6. – С. 550 – 559.
12. Юдовская М.А., Дистлер В.В., Родионов Н.В. и др. Соотношение процессов метаморфизма и рудообразования на золотом черносланцевом месторождении Сухой Лог по данным U-Th-Pb-изотопного SHRIMP-датирования акцессорных минералов // Геология рудных месторождений. – М., 2011. – Т. 53. – № 1. – С. 32 – 64.
13. Shao Jun, Hui De-feng, Kong Xiang-min et al. Metallogeny of gold deposits of China // Geology and Resources, 2004. – V. 13. – № 4. – P. 246 – 250.

**ПЕТРОГРАФИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ МЕТАСОМАТИТОВ ЗОЛОТОНОСНОГО
УЧАСТКА «ВИКТОРЬЕВСКИЙ» (ГОРНАЯ ШОРИЯ)**

О.Ю. Асканакова

Научный руководитель доцент Л.А. Краснощекова

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Викторьевская рудная зона приурочена к тектоническим швам Кузнецко-Алатауского глубинного разлома. Она является основной рудоконтролирующей и рудовмещающей структурой, в пределах которой проявлено золотое и урановое оруденение. Викторьевская рудная зона прослеживается на 15...20 км при ширине около 3...4 км и полностью не оконтурена. Зона связана с гидротермально-метасоматической проработкой в Кузнецко-Алатауском разломе и сопровождается метасоматитами лиственит-березитовой, пропилитовой формаций, вторичными кварцитами, эпидот-альбитовыми метасоматитами и значительным количеством турмалин-кварцевых жил. Рудовмещающими для золотого оруденения являются интенсивно метасоматически измененные вулканы основного состава и вулканогенно-осадочные отложения мрасской свиты, насыщенные кварцевыми, турмалин-кальцит-кварцевыми, полевошпат-кварц-эпидотовыми и кальцитовыми жилами. В нижней части разреза мрасской свиты, вблизи известных проявлений золота, фиксируются горизонты серых, черных битуминозных известняков, углеродистых сланцев.

В полосе Викторьевской рудной зоны работами предыдущих исследователей В.Н. Сергиенко, А.В. Алямкина (2003) выявлено четыре рудопроявления золота, приуроченные к зоне милонитизации Рудного разлома, и несколько точек минерализации.

В геологическом строении Викторьевского участка выделяются два структурных этажа – нижний, представленный вулканогенно-осадочными образованиями усть-анзасской, мрасской и мундыбашской свит венд-нижнекембрийского возраста, и верхний, представленный ордовикскими песчаниками алгаинской свиты и девонскими вулканитами, несогласно перекрывающими нижний структурный этаж. Образования нижнего структурного этажа смяты в складки и прорваны многочисленными дайками диоритов, гранитов, кислых вулкаников, приуроченных к тектоническим швам Кузнецко-Алатауского разлома. В южной части участка фиксируется мелкое тело гипербазитов нижнекембрийского возраста викторьевского комплекса.

Субвулканические и вулканогенно-осадочные породы нижнего структурного этажа имеют северо-восточное залегание с крутым субвертикальным падением на юго-восток, в разной степени метаморфизованы до зеленосланцевой и эпидот-амфиболитовой фаций. Метаморфизованные породы подвержены гидротермально-метасоматическим изменениям (пропилитизации, березитизации, лиственитизации), контролируемые продольными, крутопадающими зонами дробления, смятия и рассланцевания, согласными со слоистостью вмещающих пород.

В пределах участка рудовмещающими являются породы мрасской свиты: западная часть площади сложена покровными вулканитами среднего состава, а восточная часть, где расположена большая часть проявлений золота, – карбонатсодержащими осадочными толщами с прослоями известняков, доломитов.

Автором изучались породы Викторьевского участка. Установлено, что в разрезе скв. 1 встречаются алевритовые глинистые сланцы, углеродсодержащие пелитовые сланцы и метасоматиты. Породы, вмещающие золотоносную минерализацию, представлены преимущественно березитами и березитоидами, а также метасоматитами тальк-карбонат-серпентинового состава.

Березиты и березитоиды молочно-белого, зеленовато-светло-серого цвета представляют собой метасоматически измененные породы кварц-серицит-кальцитового состава с вкрапленными сульфидами, местами наблюдается слабая обработка гидроокислами железа, особо проявленная на сколах и по трещинам. Пирит встречается или в зернистых сплошных массах (зерно примерно 2...3 мм), или отдельными кристаллами кубической сингонии с хорошо выраженными простыми формами. Цвет желтый, соломенно-желтый, текстура вкрапленная. Кристаллы арсенопирита столбчатой, шестоватой, реже игольчатой формы проявлены меньше, чем пирит, в процентном соотношении составляют треть от общего количества сульфидов. Размер кристаллов в среднем от 1 мм до 4 мм, они хорошо видны невооруженным глазом (рис. 1).



Рис. 1. Березит кварц-серицит-кальци-

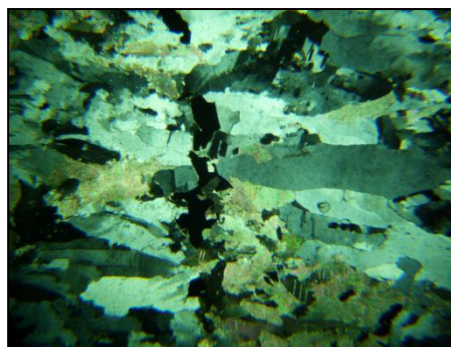


Рис. 2. Развитие гребенчатого кварца в

нового состава (натуральная величина) березите (увеличение 35, с анализатором)

В шлифе микроструктура пород лепидогранобластовая, обусловленная наличием чешуек серицита и основной массой зерен кварца и кальцита. Минеральный состав пород в шлифе следующий: кальцит – 30...35 %, серицит – 20 %, кварц – 15...20 %, полевые шпаты – 5 % и рудные минералы (пирит, арсенопирит) – 15 %.

В шлифе кристаллически зернистый кальцит бесцветный, с отчетливо наблюдаемой псевдоабсорбцией. В скрещенных николях отмечаются высокие перламутровые цвета интерференции IV порядка, характерны полисинтетические двойники.

Серицит выделяется в виде мелких чешуек, заполняет контакты рудных с вмещающими породами. На периферии шлифа серицит образует систему ориентированных прожилков. Также отмечаются локальные зоны проявления масс серицита по кислую плагиоклазу (альбиту).

Кварц образует бесцветные выделения, реже фиксируется развитие гребчатого кварца (рис. 2). Размер зерен кварца колеблется в больших интервалах, от 0,035 до 0,15 мм. Зерна не имеют определенной ориентировки. Минерал имеет облачное погасание.

Из рудных минералов определяются пирит, арсенопирит.

Характерной особенностью для березитов является то, что процессы березитизации развиваются по породам кислого состава. Типоморфный парагенез минералов березитов представляет собой кварц, карбонаты, серицит, пирит.

Помимо березитов, встречаются метасоматиты серпентин-карбонатного состава (рис. 3). Данные метасоматиты, по-видимому, могли формироваться на контакте тела серпентинитов с карбонатно-терригенными породами мрасской свиты и отсекаются скв.1. Макроскопически породы пятнистые, темно-серого цвета со стальным оттенком, рассечены густой сетью разно ориентированных прожилков зеленого цвета. Ширина прожилков 1...3 мм. Текстура брекчиевидная с угловатыми обломками от миллиметров до первых сантиметров. Структура неравномернотельная.

В шлифе наблюдается лепидогранобластовая структура, обусловленная выделением чешуек мусковита, зерен серпентина и кальцита (рис. 4).

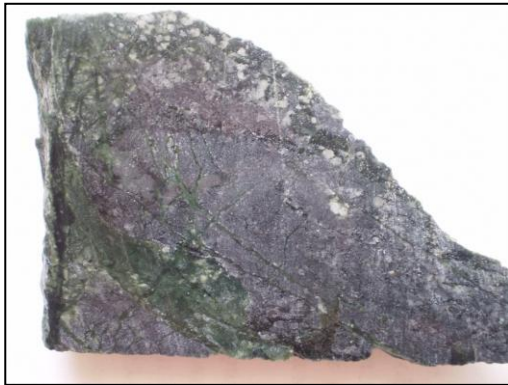


Рис. 3. Метасоматит тальк-карбонат-серпентинового состава (натуральная величина)

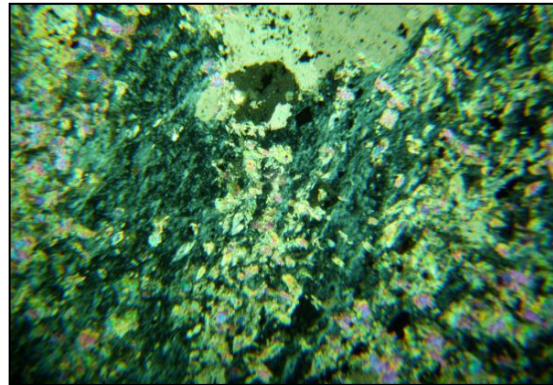


Рис. 4. Лепидогранобластовая структура метасоматита тальк-карбонат-серпентинового состава (увеличение 35, с анализатором)

Микроскопически порода состоит из серпентина до 40 %, кальцита до 30 %, мусковита до 5 %, талька до 5 %, рудных минералов 3...5 %.

В шлифе бесцветный серпентин встречается в виде чешуек, пластин, а также неправильных зерен, характерны и волокнистые агрегаты.

Мусковит микроскопически представлен чешуйками, пластинками небольших размеров. В минерале наблюдается псевдоабсорбция, в скрещенных николях отмечаются высокие цвета интерференции до 0,026.

Бесцветный тальк представлен в небольших количествах микрочешуйками и пластинами с высокими цветами интерференции и прямым погасанием.

В целом, судя по минеральному составу и текстурно-структурным особенностям, можно предположить, что данная порода близка к лиственитам.

В результате проведенных петрографических исследований сделаны следующие выводы:

1) рудовмещающими являются интенсивно метасоматически измененные вулканиты основного состава и вулканогенно-осадочные отложения мрасской свиты, насыщенные кварцевыми, карбонатными жилами, преобразованные в березиты и листвениты;

2) породы сформировались под воздействием гидротермальных растворов при низких температурах (150...300°C);

4) метасоматическая зональность в березитах наблюдается нечетливо, тем не менее, возможно выделить следующую метасоматическую колонку:

1. кварц + серицит + альбит + карбонат + пирит,
2. кварц + серицит + карбонат + пирит,

3. кварц + серицит,
4. кварц.

Литература

1. Вольфсон Ф.И., Дружинин А. В. Главнейшие типы рудных месторождений. Издание 2-е, перераб. и дополн. – М.: Недра, 1982. – 383 с.
2. Исаенко М.П. Определитель текстур и структур руд. – М.: Недра, 1964.
3. Лодочкиков В.Н. Главнейшие породообразующие минералы. Издание 5-е, испр. и доп. / Под ред. В.С. Соболева. – М.: Недра, 1974. – 248 с.

**ЗОНАЛЬНОСТЬ ФЛЮОРИТОВЫХ МЕТАСОМАТИТОВ МЕСТОРОЖДЕНИЯ
«ПОДГОЛЕЧНОЕ» (ЦЕНТРАЛЬНЫЙ АЛДАН)****В.А. Векленко**

Научный руководитель доцент П.А. Тишин

Национальный исследовательский Томский государственный университет, г. Томск, Россия

Месторождение Подголецкое расположено в восточной части Верхнеякутского прогиба вблизи зоны сочленения этой структуры с эльконским горстом. В его строении принимают участие интенсивно гранитизированные плагногнейсы и амфиболиты, выходящие на дневную поверхность в долинах временных водотоков. Со стратиграфическим несогласием на докембрийских образованиях залегают доломиты устьюдомской свиты. Мезозойские интрузивные образования представлены дайковыми и пластовыми телами сиенит-порфиоров, щелочно-полевошпатовых сиенитов и минетт. Наиболее крупным является многофазное штокообразное тело гольца Шаман, сложенное сиенитами лебединского и алданского комплексов. Первоначально в обрамлении Шаманского массива были известны золотоносные гематит-анкерит-кальцит-кварцевые жилы среди интенсивно анкеритизированных массивных доломитов устьюдомской свиты [3]. На данный момент по особенностям минерализации и характеру залегания рудных тел в пределах месторождения Подголецкое также выделяются три природных типа руд, представленных разными фациями метасоматитов серицит-аргиллизитовой формации. Первый представлен телами низкотемпературных окисленных аргиллизитов на контакте пород фундамента и платформенного чехла. Второй – связан с субгоризонтальными ритмичными флюорит-серицит-кварцевыми метасоматитами по кристаллическим породам фундамента, третий тип руд образует крутопадающие минерализованные зоны в катаклазированных гранито-гнейсах с наложенной среднетемпературной хлорит-серицит-кварцевой ассоциацией.

Ввиду того, что окисленные аргиллизиты и рудоносные метасоматиты в зонах дробления гранито-гнейсов Центрального Алдана подробно описаны в литературе [2], остановимся на характеристике флюоритовых образований.

Золотоносные флюоритовые метасоматиты в пределах рудопроявления Подголецкое локализуются в породах фундамента и контролируются синдвиговыми латеральными системами отрыва северо-западного направления. Выделяется два ореола метасоматитов – южный и северный. Позиция южного ореола определяется поверхностью (300...305°) сместителя основного сдвига и он прослеживается по простирацию в лежачем крыле данной структуры. Северный ореол контролируется серией сдвиговых и сбросовых нарушений (аз. пр. 320...330°). Характерной чертой внутренней структуры метасоматических тел является их ритмичное строение, обусловленное неравномерной степенью переработки исходных пород. При этом, выделяется до трех порядков ритмичности – макро-, мезо- и микроритмы. Макроритмичность определяется чередованием зон с видимым флюоритом мощностью от двух и более метров. Мезоритмы подчеркиваются вариациями степени метасоматоза в объемах до 1 м по вертикали. Микроритмичность фиксируется согласной субгоризонтальной полосчатостью метасоматитов.

По особенностям минеральных преобразований выделяется три типа разрезов макроритмов – кварц-серицит (мусковит)-флюоритовый, характеризующий строение основания метасоматической залежи, флюорит-кварцевый и серицитовый (мусковитовый), приуроченный к верхним горизонтам метасоматической залежи.

Кварц-серицит(мусковит)-флюоритовый тип разреза включает три мезоритма. Нижний мезоритм состоит из трех зон – кварц-серицит-флюоритовых метасоматитов, окисленных пород и измененных гранито-гнейсов (доля измененных минералов 36 %). Средний мезоритм сложен прожилково-полосчатыми породами, в которых степень метасоматической переработки уменьшается снизу вверх от 50...55 до 25...30 %. В составе ритма выделяется две зоны – полосчатых и прожилковых метасоматитов. В пределах верхнего мезоритма разреза принимают участие три зоны – шлировых и пятнистых флюоритизированных гранито-гнейсов и аргиллизированных амфиболитов.

Флюорит-кварцевый тип разреза включает два мезоритма. Нижний ритм характеризуется слабой степенью метасоматоза, уменьшающейся снизу вверх от 32 до 15 % (зона сильно измененных и слабо измененных гранито-гнейсов). Здесь начальные стадии преобразований фиксируются кристаллизацией бесцветного флюорита (размером до 0,25 мм) на контактах первичных кварцевых зерен с полевыми шпатами. Увеличение степени переработки исходных гранито-гнейсов выражается в формировании мономинеральных агрегатов зональных зерен флюорита размером до 0,5 мм. Верхний мезоритм характеризуется довольно интенсивной метасоматической переработкой, здесь снизу вверх выделяется четыре зоны: полосчатых метасоматитов, метасоматических брекчий, окисленных пород и флюоритизированных гранито-гнейсов.

В серицитовом типе разреза снизу вверх выделяются флюорит-кварц-серицитовый, флюорит-кварцевый, серицитовый и кварц-серицитовый мезоритмы.

Во флюорит-кварц-серицитовом мезоритме выделяется три зоны – слабой (до 25 %), интенсивной и умеренной (до 38 %) переработки. Флюорит-кварцевый мезоритм характеризуется высокой степенью метасоматической переработки и объединяет три зоны – пятнистых, полосчатых и окисленных метасоматитов. Серицитовый мезоритм слагается в разной степени рекристаллизованными гранито-гнейсами. По интенсивности проявления метасоматических преобразований здесь снизу вверх выделяются зоны умеренной (30...60 %), интенсивной (60...70 %) и слабой (до 30 %) переработки. В пределах кварц-серицитового мезоритма снизу вверх диагностируются две зоны – тневых и полных метасоматитов.

Петрографические исследования рудоносных метасоматитов указывают на последовательное образование двух парагенезисов. Ранняя ассоциация представлена пиритом, серицитом и зернистым кварцем, вторая – халцедоновидным кварцем, мелкокристаллическим флюоритом и пиритом. При этом, на ранних стадиях пирит-серицит-кварцевого метасоматоза фиксируется формирование секущих прожилков, сложенных серицитом и пиритом, и псевдоморфное замещение темноцветов (роговой обманки, пироксенов и биотита) сульфидизированным тонкочешуйчатым хлорит-серицитовым агрегатом, с ярко выраженным предпочтительным удлинением новообразованных зерен согласно спайности минерала-хозяина. Более интенсивная переработка ведет к исчезновению хлорита и формированию кварц-пирит-серицитового агрегата по плагиоклазу. Следующим этапом замещения является разложение калиевых полевых шпатов, выраженное в развитии кварца, серицита и пирита в пелитизированной матрице исходных зерен. Наиболее полное проявление серицит-кварцевого метасоматоза фиксируется дезинтеграцией псевдоморфоз в однородный мелкозернистый агрегат, преобразованием серицита в мелкозернистый мусковит и частичной рекристаллизацией реликтового кварца с образованием blastoporphirov структур. Рудная минерализация в данных метасоматитах представлена золотом, арсенопиритом, микситом и пиритом, с явным преобладанием последнего.

Наложение более позднего пирит-флюорит-кварцевого парагенезиса фиксируется кристаллизацией бесцветного флюорита (размером до 0,25 мм) в виде тонких прожилков и на контактах первичных кварцевых зерен с полевыми шпатами в неизменных породах и с пирит-кварц-серицитовым матриксом в ранних метасоматитах. Дальнейшее развитие процесса приводит к росту зерен плавикового шпата и формированию крупных 5 мм и более изометричных агрегатов халцедоновидного кварца и зернистого флюорита. Во флюоритах, образованных на этом этапе, устанавливается ростовая зональность. Заключительные стадии флюоритового метасоматоза выражаются в дезинтеграции флюорит-кварцевых агрегатов и собирательной кристаллизации плавикового шпата. При этом, на контактах флюорита с пиритом устанавливаются следы коррозии и растворения сульфида. Сопряженная с кварц-флюоритовым метасоматозом рудная минерализация характеризуется существенным преобладанием пирита двух генераций при наличии золота, молибденита и серебряной черны.

Литература

1. Бирюков Е.И., Векленко В.А. Золотоносные флюоритовые метасоматиты проявления Подгольное (центральный Алдан) // Вестник ТГУ. – Томск, 2006. – № 14. – С. 52 – 68.
2. Ветлужских В.Г., Казанский В.И., Кочетков А.Я. Яновский В.М. Золоторудные месторождения Центрального Алдана // Геология рудных месторождений. – М., 2002. – Т. 44. – № 6. – С. 467 – 499.
3. Тишин П.А., Бирюков Е.И., Борозновская Н.Н., Бирюкова Н.Н. и др. Золотосульфидное проявление «Подгольное» – новый тип промышленного оруденения на Центральном Алдане // Отечественная геология, 2007. – № 1. – С. 71 – 82.

МИНЕРАЛЬНЫЙ СОСТАВ РУД И ГЕНЕЗИС ВЕРХНЕ-ОМОЛОНСКОГО ЖЕЛЕЗОРУДНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ (МАГАДАНСКАЯ ОБЛАСТЬ)

В.В. Гафнер

Научный руководитель профессор И.В. Кучеренко

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

На территории Магаданской области ресурсы железных руд приурочены к выходам дорифейского кристаллического фундамента Омолонского срединного массива обширной Омолонской железорудной провинции. Промышленный интерес могут представлять дорифейские железистые кварциты. Известные мелкие месторождения, рудопроявления и пункты минерализации железных руд скарного, стратиформного и других типов, связанные с мезозойской минерацией, в ближайшей перспективе не будут иметь промышленного значения.

Омолонская железорудная провинция по своей геологической специфике, разнообразию и количеству рудных проявлений, масштабам минерализации на отдельных объектах вполне сопоставима с многими железорудными провинциями Сибири и Дальнего Востока. Железистые кварциты установлены почти на всех выходах кристаллического фундамента. Наиболее перспективна на выявление промышленных месторождений железа южная часть Омолонской провинции, – Южно-Омолонский железорудный район, в составе которого выделяется несколько рудных полей. В результате поисковых работ в пределах Южно-Омолонского района выделено два перспективных типа оруденения: докембрийские железистые кварциты и раннепалеозойские магнетитовые скарны. С докембрийскими рудами часто ассоциируют тела коьсвитов – собственно магматогенные руды условно позднепротерозойского возраста. Наиболее крупным рудным полем района является Олядское, в

состав которого входит Верхне-Омолонское месторождение железистых кварцитов, расположенное на левобережье нижнего течения реки Ольдяни в 3,5 км от места ее впадения в р. Омолон.

Железистые кварциты района существенно отличаются от известных протерозойских руд КМА, Кривого Рога, Карелии. Они располагаются среди глубокометаморфизованных пород архейского кристаллического комплекса, обладают своеобразными чертами строения: грубополосчатые, неясно-полосчатые или массивно-вкрапленные, обычно крупнозернистые (0,5...4 мм), содержат зерна амфибола и пироксена. Такие руды Г.С. Момджи (1970 г.) выделяет в особый подтип глубокометаморфизованных железистых кварцитов, а проводивший специальные исследования железистых кварцитов КМА В.Н. Гусельников (1971 г.) подобные руды относил к типу железистых роговиков. Это особая петрографическая группа железистых пород. Технологическая ценность их очень велика, поскольку крупнозернистая структура магнетита обуславливает извлечение почти всего рудного железа путем простой магнитной сепарации при значительно меньшей степени измельчения рудной массы.

Типичными представителями рассматриваемых железорудных образований являются железистые роговики Курского района КМА и Корсак-Могилы в Приазовье, в числе таких месторождений – Ждановское (вблизи Мариуполя), Китойское, Жидой, Байкальское, ряд месторождений в Восточном Саяне, Оленегорское и Кировогорское месторождения на Кольском полуострове.

Ниже приводится краткая сравнительная характеристика основных типов железистых кварцитов, которая показывает своеобразие железистых кварцитов Омолонского массива.

Таблица 1

Характеристика основных типов железистых кварцитов Омолонского массива

Петрографический тип	Текстурно-структурные особенности	Важнейшие минеральные разновидности	Содержание главных минералов, %
Железистый роговик (Омолонский массив)	Неяснополосчатые, массивно-вкрапленные, крупнозернистые	Кварц-магнетитовый, амфибол-кварц-магнетитовый, пироксен-амфибол-кварц-магнетитовый	Mgt – 50...75 Нерудные – 25...50
Итабирит (КМА)	Тонкополосчатый, мелкозернистый	Железно-слюдковый, магнетит-железно-слюдковый, карбонатный, кварцевый	Mgt – менее 10 Железная слюдка – более 30...40 Нерудные (яшма) – около 40
Джеспилит (КМА)	Разнополосчатый тонкозернистый	Железно-слюдково-магнетитовый, магнетит-железно-слюдковый, карбонатный, эгериновый, биотитовый.	Mgt – более 20...40 Железная слюдка – около 30...40 Нерудные – около 40
Таконит (КМА)	Грубополосчатый, мелко-среднезернистый	Карбонатный, доломитовый, анкеритовый, силикатный, куммингтонитовый, тремолитовый и др.	Mgt – около 30...45 Железная слюдка – около 10 Нерудные – более 55

Рудные тела мощностью до 15...40 м сложены компактными рудами или разделены горизонтами в той или иной мере оруденелых пород мощностью от первых метров до нескольких десятков метров. Залегание рудных тел крутое (40...85°), в первом приближении согласное с вмещающими породами.

Вмещающие породы в лежачем боку представлены амфиболитами (рис. 1) или основными кристаллическими сланцами, реже габбро-диабазами (рудопроявление Магнетитовое). Основные кристаллические породы претерпели метасоматическое замещение – магнетитизацию.



Рис. 1. Последовательность минералообразования во вмещающих породах (пирит → пирротин → магнетит). Без анализатора

В шлифах из оруденелых пород Верхне-Омолонского месторождения наблюдаются все стадии замещения амфиболита магнетитом. На некотором удалении от рудного тела магнетит обнаруживается в амфиболитах в виде неправильных, обособленных друг от друга скоплений, линзочек или лапчатых зерен, метасоматически развивающихся по стыкам зерен роговой обманки и пироксену и по трещинам в них. В участках, расположенных ближе к рудному телу, магнетитовые скопления разрастаются, соединяются между собой жилками и равномерно пропитывают всю породу. Жилки магнетита расчленяют породу на отдельные разновеликие по площади участки и зерна, постепенно замещая их. В участках, где амфиболиты замещены полностью, возникают сплошные массы магнетита с редкими мелкими реликтовыми зёрнами амфибола и пироксена.

В всячем боку рудных тел железистые кварциты сменяются мигматитами. Мигматиты местами расслаивают рудные тела и тогда их меланосома избирательно замещается магнетитом и кварцем. Именно в этих случаях наиболее отчетливо проявляется метасоматическая природа руд.

Руды – плотные, темно-серые, почти черные с металлическим блеском (рис. 2, 3). Они сложены магнетитом (55...65 %) и кварцем (35...55 %). Кроме постоянной примеси апатита руды часто содержат актинолит, который образует псевдоморфозы по пироксену и буро-зеленой роговой обманке – реликтам основных кристаллических сланцев и амфиболитов, характерных пород Омолонского архея [1].



Рис. 2. Вкрапления пирита в массивной магнетитовой руде

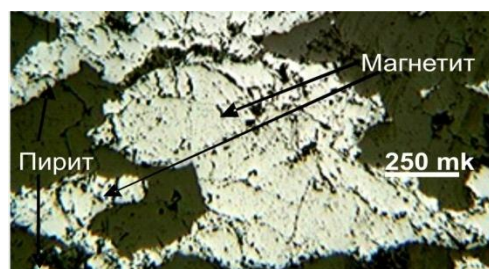


Рис. 3. Единичные зерна пирита в магнетите. Без анализатора

Количественные соотношения породообразующих минералов руд и их гранулометрическая характеристика приводятся ниже в таблице.

Таблица 2

Минеральный и гранулометрический состав железистых пород Омолонского массива

Петрографическая разновидность	Магнетит	Гематит	Амфибол, пироксен	Кварц
Верхне-Омолонское месторождение	$\frac{50...70^*}{0,1...2,5^{**}}$	$\frac{0...5}{0,3...0,5}$	$\frac{0...20}{0,1...1,2}$	$\frac{30...50}{0,03...0,2}$

*в числителе – количество минерала в %

**в знаменателе – размер зерен в мм

Структура руд – гранобластовая с элементами лепидогранобластовой. По текстуре различают полосчатые, неясно полосчатые, массивно-вкрапленные руды. В полосчатых рудах чередуются полосы, линзы кварца и линзовидные скопления (1...3 мм толщиной) магнетита с извилистыми несимметричными границами. Магнетитовые скопления соединяются между собой тончайшими прожилками, которые как бы пронизывают всю породу. Отдельные скопления, сливаясь, образуют сплошные массы магнетита размером от 0,1 до 1,5 см. В массивных рудах почти всегда можно встретить реликтовые зерна моноклинного пироксена и бурой роговой обманки, отчасти замещенной актинолитом. Менее распространены на месторождении неясно-полосчатые руды с характерным чередованием слоев амфибол-магнетитового и кварц-магнетитового составов. Границы между слоями нечеткие, что обусловлено равномерным распределением магнетита в породе.

Главную массу рудных тел, рудопроявлений Омолонского массива составляют руды, содержащие 30...50% железа (средние по качеству). Богатые руды (железо – 50...68%), почти полностью сложенные магнетитом, отмечены на Верхне-Омолонском месторождении в составе 3-ей и 4-ой рудных залежей. Масштаб распространения таких руд неясен. Бедные магнетит-кварцевые руды (железо – 20...30%) встречаются эпизодически и составляют не более 5% объема рудных тел. Такие же примерно содержания возникают в оруденелых вмещающих породах.

В результате изучения железистых кварцитов Южно-Омолонского района выявлены следующие наиболее характерные геолого-петрографические особенности.

1. Рудные тела располагаются среди сильно гранитизированных архейских кристаллических пород и имеют с ними метасоматические контакты, характеризующиеся постепенными переходами.
2. Залегание рудных тел согласуется с положением пластов в рудовмещающей толще.
3. Во вмещающих породах и сложенных ими останках внутри рудных тел почти всегда устанавливаются случаи метасоматического замещения их магнетитом и кварцем.

4. Вблизи выходов нижнепалеозойских гранитов железистые кварциты преобразованы в крупнозернистые кварц-магнетитовые руды.

Отмеченные особенности позволяют предполагать метасоматический генезис руд и связывать их происхождение с воздействием минерализующих растворов на амфиболиты.

Наиболее благоприятными участками локализации руд являются зоны контакта различных пород (амфиболитов и гнейсов), особенно те их участки, где широко представлены тектонические нарушения. Часть железистых кварцитов, в частности, содержащих в своем составе пироксен, по всей вероятности, возникла во время метаморфического (метасоматического) преобразования косьвитов – магматогенных руд.

Железистые кварциты на Омолонском массиве обнаружены в пределах Западного выступа кристаллического фундамента (Верхнеомолонское месторождение), Центрального (Иннягинское, Магнетитовое и Желтинское рудопроявления) и Загорного (железистые кварциты руч. Орлиного, 1965г). Т.е. на всех выходах кристаллического фундамента Омолонского массива, кроме расположенного на юго-востоке массива Ауланджинского. Вероятно, это не случайное исключение: именно здесь основные кристаллические породы в наименьшей степени гранитизированы и отсутствие железистых кварцитов лишь подчеркивает генетическое значение их постоянной ассоциации с мигматитами.

Представление о древнем возрасте железистых кварцитов определяется их характерным обликом и исключительной приуроченностью к кристаллическому комплексу Омолонского массива. Это подтверждается и геологическими наблюдениями: в девонских конгломератах из основания вулканогенной кедонской серии вблизи Верхне-Омолонского месторождения найдена галька типичной руды этого месторождения; на самом месторождении галька железистых кварцитов установлена в основании рифейских отложений; здесь же в составе рифейских отложений присутствуют слои цирконо-магнетитовых песчаников, связанных своим происхождением с размывом железистых кварцитов из кристаллического основания; железистые кварциты Желтинского рудного поля наблюдаются в виде ксенолитов в нижнепалеозойских гранитах Коаргычанского массива, рудные тела пересечены гранитными апофизами массива.

Исходя из вышеизложенного, можно предположить, что формирование железистых кварцитов – длительный многоэтапный процесс, сопровождавший докембрийскую-раннепалеозойскую гранитизацию кристаллических пород Омолонского массива.

Литература

1. www.kosmopark.ru

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ГЕОХИМИЯ РАННЕПАЛЕОЗОЙСКИХ ГРАНИТОИДОВ ПРИБАЙКАЛЬЯ (ХРЕБЕТ ХАМАР-ДАБАН, О. ОЛЬХОН)

Н.В. Горлачева

Научный руководитель профессор В.С. Антипин

Институт геохимии им. А.П. Виноградова СО РАН, г. Иркутск, Россия

В Прибайкалье широко распространены проявления разновозрастного гранитоидного магматизма. Объектами исследования являются наименее изученные раннепалеозойские гранитоиды хребта Хамар-Дабан (Солзанский массив) и о-ва Ольхон (шаранурский комплекс).

Гранитоиды Солзанского массива проявлены в автохтонной и аллохтонной фациях и представлены гранитогнейсами, плагиогранитогнейсами, мигматитами, гранитами. Они являются модельным примером геохимического типа палингенных известково-щелочных гранитоидов (по классификации Л.В. Таусона) в центральной части хребта Хамар-Дабан. Изохронный Rb – Sr возраст гранитоидов этого массива определен в 519 ± 26 млн. лет [3]. Механизмом образования массива является частичное плавление в условиях температур высокой амфиболитовой фации ($650 \dots 700$ °C) при снижении давления с незначительным перемещением не полностью гомогенизированного расплава. Восточная часть Солзанского массива имеет геологические и петрографические признаки автохтонного залегания, а западная его часть имеет признаки внедрения в кристаллические сланцы корниловской свиты. Гранитоиды массива формировались при плавлении корового субстрата, вероятно, в процессе каледонской коллизии в регионе [2].

Геологические структуры Ольхонского региона располагаются в северо-восточной части коллизионного пояса, в зоне сочленения Сибирского кратона и Баргузинского террейна. По В.С. Федоровскому и др. [6], они сформировались в результате синметаморфических деформаций, которые по своей природе могут быть определены как коллизионные. Формирование пород ольхонской толщи сопровождалось двумя эпизодами коллизии в раннем палеозое: сначала – столкновение типа «дуга-террейн», а затем – коллизия типа «террейн-континент» [6]. Шаранурский комплекс гранитоидов представлен гранито-гнейсами, мигматитами, автохтонными гранитами, жилами гранитов и гранит-пегматитов. Комплекс мигматитов и гранито-гнейсов ярко выражен в структуре Приольхонья и острова Ольхон своеобразными купольными зонами или валами. В них граниты являются автохтонными образованиями. Процесс гранитизации осуществлялся здесь на фоне характерных для коллизионных зон интенсивных тектонических движений [6]. Возраст гранитоидов шаранурского комплекса определен $^{238}\text{U}/^{206}\text{Pb}$, $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$, $^{232}\text{Th}/^{238}\text{U}$ методами и составляет $475,9 \pm 4,4$ млн. лет [4]. В петрографическом отношении среди гранитоидов Солзанского массива и шаранурского комплекса

преобладают биотитовые граниты, в которых в качестве аксессуарных минералов чаще всего присутствуют апатит, циркон, сфен и ортит.

В гранитоидах Солзанского массива ($K_2O=2,96...6,16$; $Na_2O=2,29...4,18$) и шаранурского комплекса ($K_2O=2,94...8,05$; $Na_2O=2,08...4,64$) содержание K_2O обычно выше, чем Na_2O (иногда породы имеют близкие содержания K_2O и Na_2O), как и в гранитоидах Гималайского складчатого пояса ($K_2O=3,15...6,55$; $Na_2O=3,3...6,8$), который является модельным примером современной континентальной зоны коллизии. Мигматиты и плагиограниты Хамар-Дабана и о-ва Ольхон являются существенно натриевыми породами. Гранитоиды Солзанского массива и шаранурского комплекса, как и гранитоиды Гималаев, относятся к известково-щелочной, либо к субщелочной сериям магматических пород, но небольшая часть этих образований принадлежит щелочной серии.

Судя по закономерностям распределения редких элементов на приведенных спайдердиаграммах (рис.), уровень средних содержаний K, Rb, Pb, Th, Sn, Li, P в гранитах Солзанского массива либо близок к среднему составу континентальной коры, либо несколько выше их средних концентраций. В то же время средние содержания бора, фтора и тяжелых редких земель понижены по отношению к их средним значениям в континентальной коре. В целом, необходимо отметить достаточную геохимическую близость гранитов Солзанского массива и шаранурского комплекса, особенно их автохтонных фаций, к древним гнейсам вмещающих метаморфических толщ (рис.).

Исследуемые породы шаранурского комплекса, вероятно, формировались при анатектическом плавлении древнего гнейсового субстрата Ольхонского террейна, поэтому гранитоиды заметно обогащены K, Rb (от 85 до 140), Ba (от 280 до 3000) и Pb (от 16 до 50) (рис.). Известно, что коллизионные гранитоиды Высоких Гималаев характеризуются повышенными содержаниями Rb, Pb, K по отношению к составу континентальной коры, как и в изучаемых гранитоидах Прибайкалья. Спектры распределения элементов в плагиогранитах и мигматитах практически повторяют спектр распределения элементов в гранитах, но на более низком уровне концентраций элементов. По этим закономерностям распределения редких элементов можно сделать вывод о близком анатектическом происхождении гранитоидов обоих типов, но из разных по составу и геохимическим особенностям коровых субстратов [1].

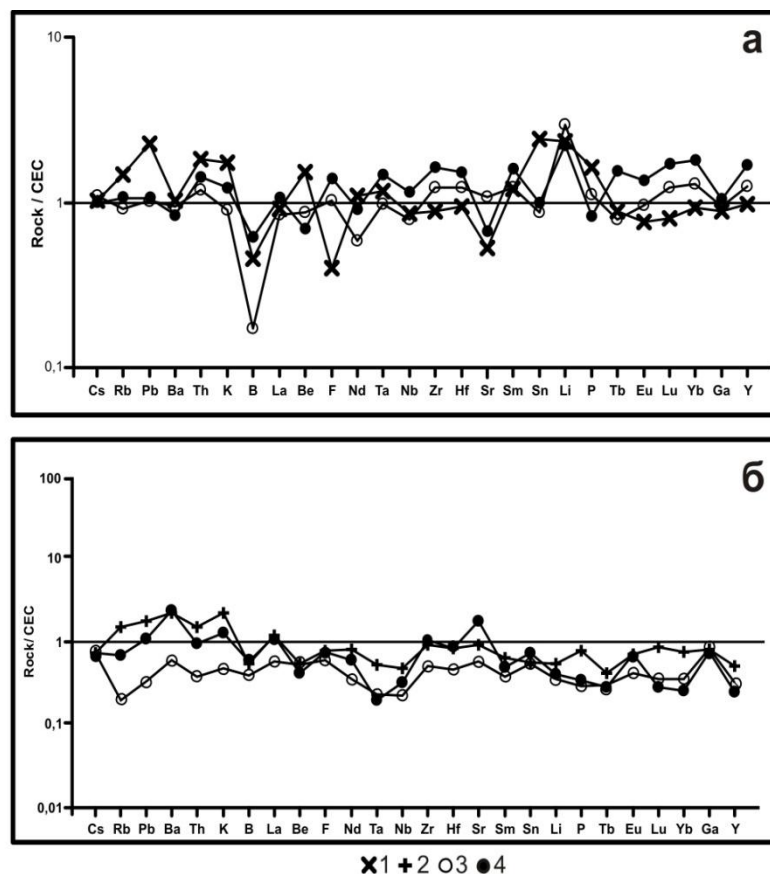


Рисунок. Спайдердиаграммы для гранитоидов и вмещающих пород Хамар-Дабана (а) и о-ва Ольхон (б)
1 – граниты Хамар-Дабана, 2 – граниты о. Ольхон, 3 – мигматиты, 4 – гнейсы
СЕС – континентальная кора Китая

Что касается редкоземельных элементов (РЗЭ), то суммарное содержание РЗЭ в гранитоидах шаранурского комплекса варьирует от 327 до 942 г/т ($La/Yb=24,8\dots 210$), а в гранитоидах Солзанского массива – от 43 до 400 г/т ($La/Yb=3\dots 50,5$).

Известно, что по классификации Б. Чапелла и А. Уайта в геодинамической обстановке континентальной коллизии формируются граниты и мигматиты S-типа, в которых коэффициент $Al_2O_3/(CaO+Na_2O+K_2O)>1,1$ (ASI). Гранитоиды Солзанского массива, шаранурского комплекса Прибайкалья и Гималаев характеризуются коэффициентом $ASI>1,1$ и, соответственно, являются пералюминиевыми по составу.

Таким образом, для раннепалеозойских гранитоидов шаранурского комплекса и Солзанского массива выявляется петрогеохимическая специфика, сходная с калиевыми гранитоидами Гималаев. Гранитоиды Хамар-Дабана и о-ва Ольхон имеют сходства и различия геохимических особенностей, но заметно обогащены коровыми элементами, такими как K, Rb и Pb. На основании проведенных геохимических исследований показано, что источником расплавов раннепалеозойских гранитоидов Прибайкалья, вероятно, является коровый субстрат. Данные предыдущих исследователей указывают на существенное участие в образовании коллизионных гранитоидов корового материала, что также является критерием геодинамических условий их образования [5].

Исследования выполняются при поддержке гранта РФФИ 11-05-00515-а.

Литература

1. Антипин В.С., Горлачева Н.В., Макрыгина В.А., Куц Л.В. Шаранурский комплекс (о. Ольхон) – объединение различных по геохимическим особенностям и происхождению типов гранитоидов / Геодинамическая эволюция литосферы Центрально-Азиатского подвижного пояса (от океана к континенту): Материалы совещания. – Иркутск: Институт земной коры СО РАН, 2011. – № 9. – С. 18 – 20.
2. Макрыгина В.А. Геохимия регионального метаморфизма и ультраметаморфизма умеренных и низких давлений. – М.: Наука, 1981. – 196 с.
3. Макрыгина В.А., Сандмирова Г.П., Николаев В.М., Плюснин Г.С. Rb – Sr возраст метаморфических пород хамар – дабанского комплекса (юго-западное Прибайкалье) // Изотопное датирование процессов метаморфизма и метасоматоза, 1987. – С. 184 – 195.
4. Макрыгина В.А., Сандмиров И.В., Сандмирова Г.П., Пахольченко Ю.А., Котов А.Б., Ковач В.П., Травин А.В. Nd-Sr систематика метамагматических пород ангинской и таланчанской толщ средней части озера Байкал // Геохимия. –М.,– 2010. – № 10. – С. 1040 – 1048.
5. Магматические горные породы / Под ред. Богатикова О.А., Борсук А.И., Гоньшаковой В.И., Коваленко В.И., Кононовой В.А. и др. – М.: Наука, 1987. – Т. 4. – 362 с.
6. Федоровский В.С., Добржинская Л.Ф., Молчанова Т.В., Лихачев А.В. Новый тип меланжа // Геотектоника. –М., 1993. – № 4. – С. 30 – 45.

ТЕКСТУРЫ И СТРУКТУРЫ РУД СИЛИНСКОГО ОЛОВОРУДНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

О.А. Горчаков, С.В. Прокопьева

Научный руководитель доцент Р.А. Кемкина

Дальневосточный Федеральный университет, г. Владивосток, Россия

Из наиболее информативных характеристик руды, помимо ее минерального и химического состава, являются ее текстурно-структурные признаки, которые указывают на условия минералообразования. В то же время, текстурно-структурные особенности являются главным фактором, влияющим на технологические свойства руды, определяющим число стадий и конечную крупность ее дробления, позволяют учесть неизбежные технологические потери, возможность получения отвальных хвостов и эффективность раскрытия рудообразующих минералов. Знание текстур и структур руд конкретного месторождения позволит выбрать наиболее рациональную технологическую схему обогащения.

Силинское месторождение расположено в Кавалеровском оловорудном районе (Дальний Восток). Оно сложено сложно дислоцированными осадочными и осадочно-вулканогенными образованиями юрского возраста [1]. Месторождение приурочено к восточному крылу Хрустальной антиклинали, являющейся по отношению к главному Сихотэ-Алинскому антиклинорию структурой второго порядка. Крупные пликативные структуры осложнены многочисленными мелкими складками. Чрезвычайно широко на месторождении развит будинаж, а также обильны дайки, контролируемые зоной трещиноватости северо-западного простирания. В восточной части рудного поля расположен массив гранодиоритов, окруженный ореолом биотитовых роговиков.

Рудные тела локализируются в кулисообразных трещинах. Морфологически это типичные жилы выполнения с участками минерализованных зон дробления. Характеризуются рудные тела четковидной формой с частым чередованием пережимов и раздувов. Участки пережимов приурочены к местам флексуобразных изгибов вмещающих пород, где вмещающая трещина согласна напластованию пород. На месторождении четко проявлена вертикальная зональность оруденения: верхние части рудных тел сложены сульфидными слабооловоносными рудами (галенит, сфалерит и др.), на глубине – малосульфидными кварцевыми рудами с касситеритом и железистым хлоритом [2]. Богатые оловянные руды образуют рудные столбы с юго-восточным склонением. При этом, состав главных жильных минералов и их зональное расположение в жилах не меняются.

Среди рудных минералов преобладают касситерит, сфалерит, галенит. В меньшей степени развиты такие минералы как арсенопирит, халькопирит, пирит, станнин и пирротин. Отмечается также вкрапленность редких сульфидов висмута, сульфосолей меди, серебра и висмута, а также микровключения самородных

металлов. Из нерудных минералов на месторождении развиты кварц, мусковит, хлорит, флюорит и некоторые другие.

Весь перечень минералов можно подразделить на два комплекса, отвечающих двум этапам минералообразования. Ранний минеральный комплекс представлен хлорит-кварц-касситеритовыми рудами, второй кварц-касситерит-сульфидными с арсенопиритом, который распространен в виде линз, гнезд, струй, прожилков, секущих и замещающих предыдущий.

Текстурно-структурные взаимоотношения минералов и минеральных агрегатов кварц-касситеритовой и касситерит-сульфидной ассоциаций отчетливо отражают зоны дробления, коррозии и замещения минералов и агрегатов ранней стадии минералами более поздней стадии. Для касситерит-сульфидной стадии, связанной с массовым отложением сульфидов, характерны массивные текстуры, которые слагают самостоятельно жильные тела, содержащие, главным образом, галенит и сфалерит. Массовому отложению сульфидов способствует и смена минеральных форм олова – окисные соединения сменяются сульфидными с образованием станнина. В рудах кварц-касситеритовой стадии широко представлена вкрапленная текстура, где касситерит отмечается в виде различной по размерам и форме вкрапленности зерен, как во вмещающих породах, так и в жилах в парагенезисе с кварцем. Генезис таких включений может быть различен. В одних случаях, формирование их носило характер наложения на ранее сформированный и затем перекристаллизованный жильный материал. Особенностью таких текстур является ярко проявленный идиоморфизм зернистого касситерита в массе жильного выполнения, в которой он кристаллизовался. В других – подобная текстура может быть образована при выполнении полостей с участками метасоматоза. Здесь кварцевая жила с вкрапленностью касситерита залегает в хлоритовых метасоматитах и содержит их мелкую брекчию. Касситерит в ней распределен в виде неравномерной вкрапленности, а иногда образует скопления зерен. Вкрапленность касситерита не ограничивается только жильным выполнением, где она либо хаотично распределена в массе жильного материала, иногда обрастая друзовидными агрегатами кварца, либо расположена преимущественно вдоль зальбандов. Она отмечается также в обломках пород, цементированных жильным кварцем. Возможно также, что сформированный на ранних этапах рудообразования в призальбандовых частях жил касситерит был в результате последующего минералообразования раздроблен и отторгнут от зальбандов разрастающимися кристаллами позднего кварца. В результате дробления зерен и агрегатов раннего касситерита и последующей цементации их более поздним кварцем образуется псевдовкрапленная текстура. Наложение одних минеральных ассоциаций на другие обуславливает появление текстур деформации: брекчиевых, пересечения и др.

Брекчиевые текстуры наиболее типичны для Силинского месторождения. По составу обломков среди них выделяются брекчии с измененными в различной степени породами, вмещающими оруденение, и незначительно развиты брекчии с обломками ранее образованных руд. Формируются брекчиевые текстуры как в результате одноактного, так и многоактного дробления вмещающих пород, ранее сформированных руд с последующей цементацией жильным материалом более позднего формирования. Наибольшим распространением на месторождении пользуется брекчиево-кокардовая текстура, в которой обломки пород обрастают кокардами более поздних минералов. Цементирующей массой обломочного материала вмещающих пород, состоящих как из хлоритизированных песчаников, так и алевролитов, обычно служат кварц, касситерит и другие минералы. Касситерит в цементирующей массе брекчий встречается в виде вкрапленности и образует полосчато-крустификационные агрегаты обрастания. При этом, большинство обломков, крустифицированных по периферии касситеритом, не касаются друг друга, что, по-видимому, указывает на существенную роль метасоматических процессов при формировании брекчиевых текстур. В некоторых рудах с брекчиево-кокардовой текстурой отчетливо устанавливается раннее выделение из растворов арсенопирита, на зерна которого нарастают касситерит и кварц. Для зон "высокой пустотности", формирующихся в условиях растяжения, характерны кокардовые текстуры обрастания обломков вмещающих пород оторочкой, состоящей из гребенчатого кварца и касситерита.

Большой интерес представляют брекчиевые текстуры, сформированные в несколько актов дробления. Этот процесс можно интерпретировать следующим образом. На первом этапе дробления вмещающие оруденение алевролиты были раздроблены и цементированы землистым хлоритом с вкрапленностью касситерита. Впоследствии брекчия была вновь катаклазирована и цементирована молочно-белым кварцем. По периферии обломков отложился хлорит с вкрапленностью касситерита и арсенопирита. О близкое одновременное выделение касситерита и арсенопирита, цементирующих обломки серицитизированных песчаников, указывает брекчиево-вкрапленная текстура. В обстановке интенсивной тектонической переработки в момент рудоотложения образуются руды с полосчатой текстурой, участками брекчиевой, в которых отмечается чередование полос различного состава, преимущественно кварц-касситеритового и касситерит-сульфидного. Причем, отложение обеих минеральных ассоциаций происходило многократно. Полосчатая текстура довольно часто встречается на месторождении, в ней особенно развито симметрично-полосчатое строение рудной жилы, где ее призальбандовые участки заполнены тонкими хлорит-касситеритовыми оторочками, ближе к центру сменяющимися кварцем. Центральная же часть жилы выполнена сульфидами и сульфосолями. Данный порядок взаимоотношения минеральных ассоциаций выдерживается в любом поперечном сечении жильного тела, хотя их количественные соотношения в пределах всей жилы могут значительно варьировать. В строении жилы могут принимать участие несколько генераций касситерита: крупнокристаллический с арсенопиритом и мелкокристаллический с кварцем и сульфидами.

Структуры руд на месторождении чрезвычайно разнообразны, что объясняется многостадийностью их формирования и наложением одной минеральной ассоциации на другую. Для ранней стадии рудоотложения характерна гипидиоморфнозернистая структура сростания касситерита и арсенопирита. Учитывая высокую

степень кристаллизации этих минералов, трудно говорить о последовательности их выделения по этому признаку. Вероятнее всего, они образовались близкоодновременно. В минералах касситерит-сульфидной стадии преобладает аллотриоморфнозернистая структура, характерная для неравномернозернистых сростаний пирротина, халькопирита и сфалерита. Структуры замещения типичны для руд Силинского месторождения. Причем, различная степень замещения приводит к многообразию морфологических разновидностей структур. Структура разведания характеризует сростания между мономинеральным агрегатом ранее выделившихся пирита и арсенопирита, которые корродируются более поздними халькопиритом, сфалеритом и галенитом. При интенсивной коррозии возникают реликтовые структуры. Если замещению минералов предшествовали тектонические подвижки, то образуется сетчатая структура. Так, при микроскопических исследованиях отчетливо наблюдается замещение пирротина по трещинкам и периферии халькопиритом с образованием коррозионных границ. В результате унаследования спайности или отдельности пирротина при его замещении встречаются тонкополосчатые пирит-марказитовые агрегаты.

В процессе метасоматического замещения на месторождении образуются метазернистые структуры, характерные, в основном, для пирита и касситерита. Они представлены вкрапленностью мелких идиоморфных зерен или их сростков в кварц-карбонатно-сульфидных и кварцевых прожилках. Очень широко в рудах распространены структуры дробления. В некоторых случаях имеет место дробление раннего крупнокристаллического сфалерита, одного из главных минералов касситерит-сульфидной ассоциации, и его цементация более поздними с галенитом и сфалеритом. Совместно с шеелитом (редкий минерал руд) касситерит цементирует раздробленные зерна раннего кварца. В других – наоборот, происходит дробление касситерита и пересечение его обломков сульфидными минералами. Все это свидетельствует о том, что образование руд Силинского месторождения носило сложный, прерывистый характер. Сфалерит обильно содержит в виде продуктов распада эмульсии, пластинки, микроскопические прожилки халькопирита и пирротина, характерные для эмульсионно-пластинчатых структур. При этом, ориентировка таких включений отсутствует, они хаотично распределены в массе сфалерита. Очень часто станин также образует эмульсионную структуру распада твердого раствора со сфалеритом, вкрапленность которого располагается вдоль границ между зернами, а также беспорядочно ориентирована внутри них. В сплошных пиритовых рудах встречаются почковидные образования мельниковит-марказит-пиритового состава, возникшие при определенных условиях благодаря поступлению растворов с повышенным потенциалом кислорода. На наличие метаколлоидных структур указывает раскристаллизация скрытокристаллических разновидностей пирита и образование участков зернистого строения.

Таким образом, руды Силинского месторождения характеризуются сложным минеральным составом и строением, которое необходимо учитывать при выборе способа обогащения руды.

Литература

1. Радкевич Е.А., Кокорин А.М. Геология, минералогия и геохимия Кавалеровского района. – М.: Наука, 1980. – 251 с.
2. Финашин В.К. Оловорудные месторождения Приморья (геология и генезис). – Владивосток: ДВНЦ АН СССР, 1986. – 176 с.

СТРУКТУРНАЯ ЭВОЛЮЦИЯ УЛЬТРАМАФИТОВ АГАРДАГСКОГО МАССИВА (ЮЖНАЯ ТУВА)

К.И. Гуммер

Научный руководитель профессор А.И. Чернышов

Национальный исследовательский Томский государственный университет, г. Томск, Россия

Агардагский массив является наиболее крупным в составе Южно-Тувинского пояса и структурно приурочен к Агардагской шовной зоне, которая отделяет Сангиленский срединный массив от раннекаледонской Восточно-Таннуольской складчатой зоны. Целью настоящей работы является выявление эволюции внутренней деформационной структуры массива и её роли в локализации хромитового оруденения.

Агардагский ультрамафитовый массив представляет собой линзообразное тело длиной около 20 км при ширине до 3,5 км, вытянутое в северо-восточном направлении согласно со складчатой структурой региона (рис.). С вмещающими породами ультрамафиты имеют тектонические контакты, которые осложнены тектоническими клиньями кристаллических сланцев и отторженцами ультрамафитов в породах обрамления. В зонах контакта ультрамафиты и вмещающие их сланцы интенсивно рассланцованы.

Массив сложен, главным образом, породами дунит-гарцбургитового полосчатого комплекса [3]. В эндоконтактных частях они замещаются серпентинитами, среди которых отмечаются тела клинопироксенитов. Ультрамафиты массива прорываются многочисленными дайками габбро-долеритов и долеритов, которые нередко превращены в родингиты.

Породы массива претерпели интенсивные пластические деформации и постоянно обнаруживают признаки метаморфических пород. Детальный структурный анализ плоскостных и линейных элементов в ультрамафитах позволил выделить три последовательных этапа пластических деформаций.

Первый этап отражает минеральная уплощенность S_0 , фиксируемая крупными индивидами ортопироксена и имеющая северо-западное простирание согласно с мегаполосчатостью массива. С плоскостными элементами совмещены многочисленные, субпараллельно ориентированные жилы дунитов в гарцбургитах, которые дисконформны к структуре пород обрамления. Деформационные структуры S_0 северо-

западного простирания установлены и в других массивах Южно-Тувинского пояса [1] и отражают их ранний этап пластических деформаций. Деформационные структуры раннего этапа являются рудовмещающими, в них локализованы тела хромитовых руд. Тела хромитов жиллообразной формы, либо в виде линз, полос и шлиров. Руды имеют массивную, густовкрапленную и нодулярную текстуру [2].

Второй этап пластических деформаций проявился в переориентации минеральной уплощенности в северо-восточном направлении (S_1). Минеральная уплощенность S_1 фиксируется, главным образом, кливажом и мелкими индивидами ортопироксена, которые вытягиваются вдоль этого направления. Система S_1 пространственно близка к структуре вмещающей рамы и является синметаморфической. Переориентация структурных элементов способствовала деструкции и частичной переориентации хромитовых тел согласно с S_1 . На заключительном, третьем, этапе деформации ультрамафиты пришли в полное структурное соответствие с породами обрмления. Минеральная уплощенность S_2 представлена, главным образом, сланцеватостью в серпентинитах, которая проявляется обычно в эндоконтактных частях массива, где с ней связана наложенная деформация хромитовых тел.

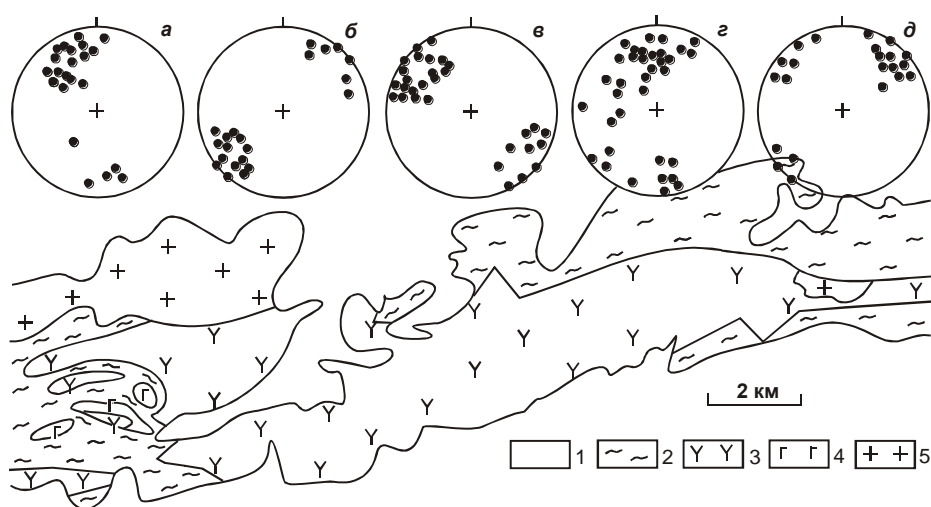


Рисунок. Схема геологического строения Агардагского массива и диаграммы структурных элементов

1 – рыхлые отложения, 2 – сланцы и кварциты, 3 – ультрамафиты, 4 – габброиды, 5 – гранитоиды.
На диаграммах: проекции полюсов сланцеватости во вмещающих породах (а), минеральной уплощенности и линейности S_0, L_0 (б), S_1, L_1 (в) S_2, L_2 (г) и полюсов залегания хромитовых тел (д)

Литература

1. Гончаренко А.И., Кузнецов П.П., Чернышов А.И. Петроструктурная характеристика деформаций горных пород офиолитов Агардагской зоны // Геолого-петрологические исследования юго-восточной Тувы. – Новосибирск, 1988. – С. 75–90.
2. Никитчин П.А. К вопросу о геологическом строении и хромитонности Агардагского гипербазитового массива // Матер. по геологии Тувинской АССР. – Вып. I. – Кызыл, 1969. – С. 43–47.
3. Пинус Г.В., Колесник Ю.Н. Альпийские гипербазиты юга Сибири. – М.: Наука, 1966. – 210 с.

ШЛИХОВОЙ АНАЛИЗ АЛЛЮВИАЛЬНОГО КОМПЛЕКСА РЕКИ НЕМАН (РЕСПУБЛИКА БЕЛАРУСЬ)

В.В. Даниленко

Научный руководитель ассистент Ю.В. Митько

Гомельский государственный университет имени Ф. Скорины, г. Гомель, Беларусь

Почти все ценные в промышленном отношении минералы россыпей обладают сравнительно большим удельным весом и при промывке рыхлых горных пород остаются в шлихе. В настоящее время шлихи используются как сырье для получения золота, платины, олова, тантала, ниобия, вольфрама, ртути и других элементов. Шлиховые изыскания широко применяются также при проведении геолого-поисковых и разведочных работ. Многолетний опыт показал, что изучение шлихов – это наиболее точный метод поисков многих полезных ископаемых. Шлиховое опробование является незаменимым методом поисков в районах с незначительным обнажением коренных горных пород (например, для территории Беларуси) [1].

Минералогическому анализу подвергнуты около сотни шлиховых проб, полученных в результате промывки аллювиальных отложений реки Неман. Река Неман находится в западной части Беларуси, в пределах Неманской низменности. Отбор проб из аллювия речной долины производился на участках, наиболее благоприятных для накопления тяжелых минералов, – косах, порогах, а также ниже изгибов реки. Для диагностики минералов шлихи предварительно разделялись на фракции: магнитную, электромагнитную,

тяжелую и легкую. Преимущественное распространение получили силикаты, окислы, сульфиды и фосфаты. Очень редки самородные металлы, сульфаты и карбонаты. Повсеместное распространение получили магнетит, пирит, циркон и апатит. Реже встречается гранат, ильменит, флюорит, галенит, монацит, молибденит, халькопирит, рутил, турмалин, арсенопирит. Очень редки находки топаза, корунда, киновари, малахита, хромита, касситерита, гематита и других аксессуарных минералов [2].

Магнитная фракция

Магнетит. Магнетит представлен мелкими кристаллами октаэдрического облика или (чаще всего) угловатыми частицами неправильной формы. Грани октаэдров осложнены структурами роста ступенчатого типа, в данном случае обколоты, а вершины углов сглажены. Иногда встречались оскольчатые обломки этих кристаллов, сохранившие на плоскостях скола отчетливый рисунок раковистого излома, поверхность которого покрыта тонкими пленками гидроокислов железа. Обычно с магнетитом ассоциируется титаномагнетит.

Электромагнитная фракция

Ильменит. Ильменит – один из преобладающих минералов электромагнитной фракции. Присутствует в виде зерен неправильной формы различной степени окатанности – от круглых, идеально окатанных до угловатых. В отраженном свете – темно-серый до черного или стально-серого цвета. Поверхность его гладкая, иногда со следами вторичного изменения в виде корочек светло-желтого лейкоксена. В современном аллювии он составляет в мелкопесчаной, крупно- и мелкоалевритовой фракциях соответственно около 8 %, 16 % и 23 %. В мелко- и крупноалевритовой фракции максимальное содержание его достигает 40 % (на правом берегу Немана близ деревни Латыши, где у уреза воды отмечается скопление шлихов). В мелко- и крупноалевритовых фракциях наиболее высокое содержание ильменита встречено у правого размываемого берега Немана ниже деревни Бондары. Вниз по течению Немана в современном аллювии намечается накопление ильменита среднетеррасной размерности, для остальных фракций повышение его содержания приурочено к интервалам реки Мосты – Комотово, Березовка – Гродно. Такое увеличение содержания ильменита может свидетельствовать о возможном привносе ильменита из других областей сноса, в пределах которых берут начало притоки Немана.

Гематит. Гематит и гидрогематит обнаружены во многих пробах в виде округлых или неправильных зерен, преимущественно красно-бурых в отраженном свете. Реже встречается в виде корочек на рудных минералах.

Лимонит. Лимонит встречается в виде неправильных, округлых землистых агрегатов, пленок и корочек на других минералах. Они непрозрачны, в отраженном свете красновато-коричневые и желтовато-коричневые. Чаще они присутствуют в крупноалевритовой фракции, особенно много их в древних аллювиальных отложениях. Пространственно этот минерал относится к восточной части исследованного региона – Ивенецко-Столбцовскому и Лидско-Новогрудскому Понемонью.

Хромшпинелиды (хромиты). Хромиты присутствуют в виде октаэдров, иногда окатанных, черного или буровато-черного цвета. Грани неровные, с углублениями. Обычны неправильные зерна.

Вольфрамит. Вольфрамит встречается в виде таблитчатых или призматических окатанных кристаллов, часто в виде таблитчатых осколков. Поверхности зерен покрыты тусклым буро-черным налетом. В свежем изломе характеризуется наличием красноватых внутренних рефлексов.

Сфен. Сфен присутствовал в виде остроугольных или окатанных неправильных зерен, часто наблюдались характерные сплюснутые призматические кристаллы. Эти кристаллы напоминают форму запечатанного конверта. Отмечена трещиноватость кристаллов.

Пироксены и амфиболы. Пироксены встречены в виде окатанных короткопризматических кристаллов или неправильных зерен, имеющих характерные признаки разложения. Среди амфиболов преимущество принадлежит обыкновенной роговой обманке. Значительно реже присутствовали тремолит, актинолит, глаукофан, базальтическая роговая обманка. Роговая обманка встречалась в виде изометричных, удлиненных, вытянутых, уплощенных, округлых, изогнутых, неправильных зерен. По мере уменьшения величины зерен форма их становится разнообразнее с преобладанием вытянутых и изогнутых пластинок. Края зерен чаще гладкие, реже острые, волнистые, зазубренные. Цвет роговой обманки зеленый, светло-зеленый, темно-зеленый, буровато-зеленый. Характерной чертой распределения амфиболов в аллювии является наибольшая их концентрация в мелкопесчаной фракции, хотя часто наблюдаются накопления этих минералов в крупнопесчаной и алевритовых составляющих. Глаукофан встречался в песках прирусловой отмели в основном на правом берегу Немана на территории Ивенецко-Столбцовского и Лидско-Новогрудского Понемонья (близ д. Бондары, Песковцы, Шавдино, Заполье).

Тяжелая фракция

Шеелит. Шеелит обычно присутствует в виде неправильных окатанных зерен молочно-белого цвета с характерным шелковистым блеском. Реже встречались окатанные дипирамидальные или таблитчатые кристаллы.

Касситерит. Касситерит обычен в виде неправильных, окатанных зерен, поверхность которых часто покрыта трещинками и мелкими углублениями. Реже отмечались призматические кристаллы самой разнообразной окраски – от бесцветной до черной.

Гранаты. Самым характерным для аллювия Немана является альмандин, значительно реже встречался андрадит, гроссуляр, уваровит. Гранаты наблюдались в виде бесцветных, светло- и ярко-розовых зерен, реже зеленых, темно-зеленых, оранжевых и красных. Зерна гранатов полуокатанные, окатанные, изометричные. Поверхность зерен неровная, трещиноватая. Отмечаются зерна с многочисленными минеральными включениями (циркон, рутил, турмалин) в виде тонких игольчатых, волокнистых, удлиненных и других форм, а также мелкие газопоглощающие включения.

Циркон. Циркон представлен прозрачными, бесцветными, реже желтоватыми, буроватыми и чрезвычайно редко – красноватыми разностями. Зерна разной сохранности и формы, иногда встречались зональные зерна со следами распада, испещренные трещинами и покрытые штриховкой.

Турмалин. Турмалин найден почти во всех изученных пробах, но иногда в небольших количествах. Наиболее характерны для него окатанные и призматические обломки, изредка неправильные с волнистыми и неровными краями. Зерна чистые, прозрачные, но встречаются также мелкие включения минералов, пузырьков жидкости и газа. Отличительная черта турмалина – интенсивный плеохроизм в разнообразных тонах: от темно-зеленого, зеленого, зеленовато-бурого, синего до бесцветного, бледно-розового, светло-зеленого, светло-коричневого и голубого.

Легкая фракция

Кварц. Кварц представлен в виде полуокатанных и реже угловатых зерен, часто имеющих неправильные очертания. Скульптура поверхности чаще шероховатая, ямчатая, гладкая. Одна из характерных черт кварца – наличие различных включений (слюды, в основном биотит, рутил, циркон, турмалин и многие другие минералы).

Полевые шпаты. Эта группа минералов представлена, главным образом, калиевыми разновидностями, среди которых преобладает ортоклаз, реже микроклин. Ортоклаз и микроклин представлены в виде полуокатанных, иногда угловато-окатанных, ступенчатых, слабо округлых, таблитчатых бесцветных, прозрачных зерен. Плаггиоклазы наблюдаются в виде неправильных, изометричных зерен различной сохранности. Зерна чаще всего бесцветные, серые, реже с буроватым оттенком.

Карбонаты. Карбонаты представлены в виде двух разновидностей (минеральной и органической), главным образом, кальцитом и доломитом. Форма зерен полуокатанная, окатанная, округлая, неправильная с частично сохранившимися кристаллическими очертаниями.

Слюды. Биотит обнаружен в виде пластинок различной толщины, темно- или светло-бурого цвета. Для него характерна неправильная форма листочков с округлыми или извилистыми краями. Минерал богат различными включениями темного (до черного) цвета. Иногда разбит трещинами, которые заполнены гидроксидами железа.

Глаукоцит встречается в виде единичных зерен, окраска которых изменяется от темно-зеленой до светло-зеленой с желтоватым оттенком. Форма зерен разнообразная: округлая, овальная, неправильная, почковидная, края ровные.

Мусковит встречается в виде тонких бесцветных, иногда чуть желтоватых и буроватых пластинок с черными мелкими включениями. Форма зерен: округлая, овальная, иногда наблюдались листочки с неровными краями.

В результате проведенного минералогического анализа шлихов были выделены основные аллювиальные отложения разнообразного гранулометрического состава, такие как: мелко- и среднетонкозернистые, среди которых основным компонентом (минералом) является кварц, также в качестве важной составной части фракций (чаще легкой) являются полевые шпаты. Остальные минералы (карбонаты, биотит, мусковит, глаукоцит, опал, халцедон и другие) дают значительные концентрации. Акцессорные минералы тяжелых фракций аллювия Немана представлены аллотигенными минералами (гранаты, амфиболы, ильменит, циркон, пироксен, ставролит, рутил, лейкоксен, турмалин, силлиманит, апатит и другие) и аутигенными (пирит, сидерит, фосфаты, бурые окислы железа) минералами.

Литература

1. Копченова Е.В. Минералогический анализ шлихов. – М.: Госгеолгиздат, 1951. – 214 с.
2. Разумовский Н.Н. Как определять минералы. – М.: Детгиз, 1953. – 80 с.

РЕНТГЕНОЛЮМИНЕСЦЕНТНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ПОЛЕВЫХ ШПАТОВ РЕДКОМЕТАЛЛЬНОЙ ПЕГМАТИТОВОЙ ЖИЛЫ (МОНГОЛЬСКИЙ АЛТАЙ)

К.С. Зенина

Научный руководитель ассистент А.А. Баева

Национальный исследовательский Томский государственный университет, г. Томск, Россия

Пегматиты – специфический тип геологических образований, как никакой другой привлекающий внимание минералогов многих направлений разнообразием минерального состава, уникальностью целого ряда индивидуальных проявлений минералов, вариациями их состава и физических свойств, практической ценностью. Одним из породообразующих минералов пегматитов является полевой шпат. Он кристаллизуется в течение всего пегматитового процесса, что позволяет использовать вариации его химического состава и структурных особенностей как типоморфные признаки, которые являются источниками генетической информации и могут использоваться как критерии условий образования и оценки вероятной рудоносности геологических объектов.

Особый интерес вызывают рентгенолюминесцентные особенности полевых шпатов. Как известно, люминесценция является одним из физических свойств минерала, объективно отражающим его кристаллохимические особенности. Применение оптико-спектроскопических методов позволяет выявить в структуре минералов микродефекты, сформировавшиеся при их кристаллизации, которые реализуются при энергетическом воздействии как центры люминесценции. Концентрация центров люминесценции, в свою

очередь, определяется условиями образования минерала: температурой, давлением, кислотно-щелочным режимом, окислительно-восстановительной обстановкой [1]. Поэтому люминесценцию минерала можно рассматривать как типоморфную характеристику, обладающую генетической информативностью.

Исследуемые полевые шпаты были отобраны из пегматитового тела редкометальной формации. Данные пегматиты пространственно и генетически связаны с раннепалеозойскими биотитовыми гранитами Индертинского массива, расположенного в среднем течении реки Булган-гол [2].

Жилообразное пегматитовое тело хорошо дифференцировано и имеет зональное строение. От периферии к центру можно выделить следующие зоны: графическую, апографическую, пегматоидную, блокового полевого шпата и кварцевое ядро. Графическая зона представляет закономерное срастание кварца с полевым шпатом. Зона графики плавно сменяется апографической, в которой наблюдается изменение ориентировки и увеличение размеров зерен кварца. Пегматоидная зона представляет собой разноориентированные срастания кварца и полевого шпата. Блоковый полевой шпат представлен выделениями розового и белого цвета.

Полевые шпаты из всех зон были исследованы с помощью рентгенолюминесцентного и рентгеноструктурного методов. Анализы выполнены в лаборатории центра коллективного пользования «Аналитический центр геохимии природных систем» Томского государственного университета (аналитики Т.С. Небера, Н.Н. Борозновская).

В результате рентгеноструктурного анализа было определено, что полевой шпат графической, апографической и пегматоидной зон представлен плагиоклазом. От ранних генераций к более поздним отмечается увеличение индекса структурной упорядоченности от 65 до 90. Полевой шпат блоковой зоны отвечает максимальному микроклину с рентгеновской триклинностью 0,72 и степенью моноклинной упорядоченности 0,6. Содержание ортоклазового компонента достигает 91%.

В ходе рентгенолюминесцентного анализа было выявлено, что для полевого шпата характерны полосы излучения с максимумами 315...345, 390...440, 460...480, 560...570, 690...770 и 880...890 нм, за которые отвечают примесные ионы Tl^+ , Ce^{3+} , Mn^{2+} , Fe^{3+} и структурные дефекты AlO_4^{4-} , SiO_4^{3-} .

В плагиоклазах наиболее сильно проявлены полосы свечения Ce^{3+} , Mn^{2+} , Fe^{3+} -центров. Присутствие цериевых и марганцевых пиков свечения обусловлено изоморфными замещениями ими натрия в структуре плагиоклазов. Причем, можно отметить, что интенсивность свечения Ce^{3+} плавно увеличивается от ранних генераций к более поздним, а содержание марганца, наоборот уменьшается (таблица 1).

Таблица 1

Рентгенолюминесцентная характеристика плагиоклазов

Зона пегматита	Tl^+	Ce^{3+}	SiO_4^{3-}	AlO_4^{4-}	SiO_4^{3-}/AlO_4^{4-}	Mn^{2+}	Fe^{3+}	Mn^{2+}/Fe^{3+}
	285	320...340	420...450	460...480		550...590	690...760	
Графическая	147	275	104	117	1,1	409	548	0,75
Апографическая	104	306	146	98	0,7	430	368	1,2
Пегматоидная	91	216	96	62	0,65	186	210	0,85
Пегматоидная	109	306	137	101	0,73	195	501	0,4

Примечание. Рентгенолюминесцентные характеристики (λ , нм), интенсивность в условных единицах.

Таблица 2

Рентгенолюминесцентная характеристика калиевого полевого шпата

Зона пегматита	Tl^+	Ce^{3+}	SiO_4^{3-}	AlO_4^{4-}	SiO_4^{3-}/AlO_4^{4-}	Mn^{2+}	Fe^{3+}	Mn^{2+}/Fe^{3+}
	285	320...340	420...450	460...480		550...590	690...760	
Блоковая розовая	605	88	234	250	1,1	113	165	0,7
Блоковая белая	663	80	288	283	0,9	139	140	0,99

Примечание. Рентгенолюминесцентные характеристики (λ , нм), интенсивность в условных единицах.

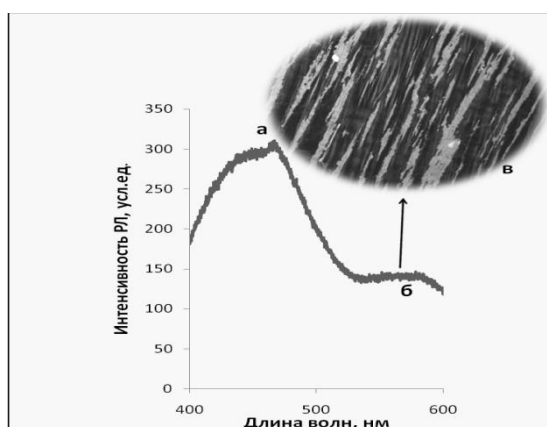


Рисунок. Спектр рентгенолюминесценции калиевого полевого шпата
 а) центр Mn^{2+} ; б) центр AlO_4^{4-} ; в) микроскопическое строение микроклин-пертита

Для спектров рентгенолюминесценции калиевых полевых шпатов характерны интенсивные полосы свечения Tl^+ , Fe^{3+} , SiO_4^{3-} и AlO_4^{4-} . Наиболее интенсивное свечение характерно для Tl^+ пика и достигает максимум 663. Значительно меньшую интенсивность (234...288) имеют дырочные центры SiO_4^{3-} и AlO_4^{4-} . Наличие примесных дефектов в калиевом полевоом шпате – Ce^{3+} , Mn^{2+} центров, наиболее характерных для плагиоклаза, объясняет наличие пертитовых структур (рис.). Пертиты при микроскопическом исследовании имеют линзовидную неправильную форму. По морфологии пертитов они относятся к сегрегационным [5].

Появление полосы Fe^{3+} в спектрах рентгенолюминесценции полевых шпатов связано с устойчивостью и активностью ионов Fe^{3+} в щелочных средах и является индикатором щелочности минералообразующей среды. Повышенные значения рентгенолюминесценции Mn^{2+} в плагиоклазах из зон графики и апографики является следствием относительно медленного остывания пегматитового расплава [3]. Интенсивное излучение Tl^+ в калиевых полевых шпатах блоковой зоны еще раз подчеркивает редкометальную специализацию пегматитового тела [4].

Таким образом, рентгенолюминесценция полевых шпатов является отражением условий минералообразования.

Литература

1. Борозновская Н.Н. Особенности рентгенолюминесценции полевых шпатов как показатель их генезиса // ЗВМО, 1989. – № 1. – С. 110 – 119.
2. Баева А.А., Баженов Р.С. Разноглубинные гранитные пегматиты Монгольского Алтая / Рудные месторождения. Минералогия. Геохимия. – Вып. 2. – Томск: Томский гос. ун-т, 2000. – С. 5–18.
3. Горобец Б.С. Спектры люминесценции минералов: Справочник. – М.: Изд-во ВИМС, 2001. – 312 с.
4. Кузнецов Г.В., Таращан А.Н. Люминесценция минералов гранитных пегматитов. – Киев: Наукова думка, 1988. – 178 с.
5. Руденко С.А. Морфолого-генетическая классификация пертитовых сростаний // ЗВМО, 1954. – № 1. – С. 23–36.

ПЕТРОГЕНЕЗИС И РУДОНОСНОСТЬ ГАББРОИДНЫХ ИНТРУЗИВОВ ЮГО-ЗАПАДНЫХ ОТРОГОВ ЧАТКАЛЬСКОГО ХРЕБТА (СРЕДИННЫЙ ТЯНЬ-ШАНЬ)

С.О. Зенкова, Ф.Б. Каримова

Научный руководитель профессор Р. Ахунджанов

Институт геологии и геофизики Академии Наук Республики Узбекистан, г. Ташкент, Узбекистан

Эволюция магматизма складчатых областей теснейшим образом связана с проблемой формирования габброидных интрузивов. Кроме того, они являются рудоносными или вмещающими породами для целого ряда полезных ископаемых – черных, цветных, благородных и редких металлов. Согласно схемам позднепалеозойского магматизма Западного Тянь-Шаня габброидные ассоциации проявлены в надсубдукционном (C_1), постколлизийном (C_3-P_1) и внутриплитном (P_2-T_1) геодинамических режимах развития региона [4]. Габброиды являются наиболее ранними образованиями различных интрузивных комплексов и представлены известково-щелочными габброидами (C_1), субщелочными габброидами (C_3-P_1) и трахидолеритами (P_2). В юго-западных отрогах Чаткальского хребта (правобережье р. Ангрэн) размещены мелкие и крупные интрузивные тела габброидов и гранитоидов, которые исследовались геологически и петрографически. В дальнейшем они изучались как реперные, индикаторные для выделения различных формационных рядов и определения геодинамических режимов их образования, а также выявления природы высокоскоростных включений, состава и строения литосферы. Габброидные интрузивы развиты в основном к юго-западу от

Кумбель-Угамской зоны разломов в нижнем течении саёв Беляуты, Карабаш, Шаваз, Акча, Кыркым, Куру, Кызылалма и Карабау правобережья р. Ангрэн. Общая площадь выходов габброидов составляет около 30 км², а отдельных массивов от 2 до 10 км². Габброидные интрузивы представляются выходами на поверхность высокоскоростных тел и находятся внутри проекции их на дневную поверхность. Согласно соотношения «высокоскоростных» включений с вулcano-тектоническими депрессиями [4] и расположения «высокоскоростных» тел в земной коре Чаткало-Кураминских гор, построенным по геофизическим данным Е.М.Бутовской, в юго-западных отрогах Чаткальских гор размещено высокоскоростное включение северо-восточного простирания, которое является каналом-«ножкой», входящей в нижнюю кору (может быть, и верхнюю мантию) [3].

Геологические, петрографические, петрохимические, минералогические и геохимические исследования, проведенные в последние годы, позволили получить новые данные о возрасте, составе пород и минералов, рудных, редких и редкоземельных элементах, согласно которым предполагается, что габброиды юго-западных отрогов Чаткальского хребта являются продуктами эволюционного развития мантийного диапира, функционировавшего в период от раннего карбона до конца пермского периода [4]. Габброидные интрузивы относятся к раннекарбоневой габбро-плагиогранитовой (Акчинский массив) и позднекарбонено-раннепермской субщелочной габбро-адамеллит-лейкогранитовой (Карабашский массив) ассоциациям. Габброиды характеризуются специфичностью петрохимии, минеральных парагенезисов и рудоносности. Ранние габбро калиево-натриевой серии, низкоглинозёмистые, умеренножелезистые, поздние тяготеют к калиевой серии, умеренно-высокоглинозёмистые и высокожелезистые. По количеству титана и сумме калиево-железистых компонентов оба типа габброидов идентичны и обладают резко выраженной меланократовостью. Эта особенность пород подчеркивается нормативным составом фемической части пород. Типоморфными минералами модального состава пород Акчинского массива являются оливин, моноклинные пироксены и роговая обманка. В Карабашском интрузиве кроме них наблюдается развитие биотита (до 10 %). Он относится к истонит-сидерофиллитовому ряду и образован в условиях повышенной щелочности среды, что ярко выражено на диаграмме (Si/Al) – ((Mg+Fe)/Al).

Исходя из размещения пород раннекарбоневых габбро Акчинского массива и позднекарбонено-раннепермских субщелочных габбро Карабашского интрузива на диаграмме AFM, можно предположить возникновение габброидов обоих типов из исходной ультрабазитовой составляющей. При этом, эволюция её шла в течение C₁-P₁ (342...289 млн лет) по феннеровскому тренду в сторону повышения количества железа, а также щелочей. Эта черта на диаграмме SiO₂ – (Na₂O+K₂O) отражена размещением пород Карабашского интрузива в щелочном и умеренно щелочном рядах при соответствии раннекарбоневых габброидов Чаткало-Кураминского региона известково-щелочному ряду. Подобный вывод подтверждается результатами микроскопических, петрохимических исследований и полученными анализами состава породообразующих и аксессуарных минералов, проведенными на микроанализаторе JXA8800R (фирмы "Jeol", Япония). Оливин является одним из главных породообразующих минералов верлитов (27...63 %), троктолитов (20...41 %) и оливиновых габбро (11...13 %) Акчинского массива [2]. В Карабашском интрузиве габброиды содержат бариевый ортоклаз и барит. Характерная черта габброидов – обогащенность апатитом, титанитом, ильменитом (марганцовистым в Карабашском интрузиве), пиритом и халькопиритом, большая часть которых образовалась в конечную стадию формирования габброидов, что свидетельствует о возможной потенциальной рудоносности умеренно щелочного габброидного расплава на железо, титан и другие сопутствующие им элементы. Предполагается, что оливин и пироксены порфиридных выделений умеренно щелочных габброидов являются той реститовой частью, которая была захвачена основным расплавом при дифференциации мантийного вещества. Родоначальная магма была ультрабазитовая, на что указывает присутствие в породах хромита, хром-магнетита, хромшпинели, окиси хрома в магнетите, ильмените, титаните и рутиле.

Кристаллизация оливина, пироксенов, роговой обманки во всех типах пород происходила с повышением железистости и глинозёмистости и сопровождалась образованием зонального плагиоклаза от анортита (An₉₅) до олигоклаза (An₂₈). В умеренно щелочных габброидах фемические минералы ранней кристаллизации более марганцовистые. Появление высокотитанистого биотита в породах Карабашского интрузива коррелирует с высокой марганцовистостью фемической части умеренно щелочных габброидов, что не отмечено в Акчинском массиве. Такая тенденция также характерна и для внутриплитных основных дайковых образований региона. Закономерное повышение содержания титана и марганца в темноцветных минералах наряду с марганцовистым ильменитом резко обособляет умеренно щелочные габброиды Карабашского интрузива от пород Акчинского и приближает к внутриплитным дайковым образованиям. Уменьшение глинозёмистости пироксенов и роговых обманок от Акчинского интрузива к Карабашскому, вероятно, связано с большей контаминированностью расплава габбро по сравнению с метамагматически преобразованными магмами, из которых образовались умеренно щелочные габброиды. Сравнение железистости темноцветных минералов и железистости габброидов показало отсутствие корреляции между ними. В минералах ранней кристаллизации железистость ниже или близка к железистости габброидов. Минералы, завершающие образование фемической части пород, обладают повышенной железистостью. Ввиду того, что доля железа в магнетитах и ильменитах незначительна, она не влияет на общую железистость габброидов, которая зависит от содержания темноцветных минералов и соотношения в них железа и магния. Данные по изучению характера распределения P3Э свидетельствуют о различной природе расплавов габброидов: отчетливо выражена резкая обогащенность умеренно щелочных габброидов легкими P3Э.

Тела трахидолеритов широко распространены на дайковых полях Башкызылсая и Шавазсая, в западной части Чильтенской кальдеры, также на юго-востоке и востоке этой вулcano-тектонической структуры в месте

пересечения её Кумбель-Угамским разломом на Четсу-Шавкатлинской и Ерташской площадях [1]. Породы даек плотные, темно-серые, характеризующиеся слабопорфировой структурой и миндалекаменной текстурой. Породообразующие минералы сложены призматическими кристаллами плагиоклаза (олигоклаз-андезин-лабрадора) – $Pl_{25...70}$, в межзерновом пространстве его размещены призматические, таблитчатые и изометричные зерна авгита и субкальциевого ферроавгита. К числу второстепенных минералов относится титанит, который наряду с ванадием, хромом и иттрием содержит молибден, цирконий, ниобий и тантал. Имеются карбонатные флюидные обособления, ассоциирующие с рудными минералами. В этих породах марганцовистый ильменит содержит кобальт, вольфрам и тантал. Установлены также железистый титанит, магнетит и наиболее распространенные среди них – титанистый магнетит, марганцовистый ильменит с примесью тантала. Кроме того, эти минералы титана и железа содержат Au, Ag, Ru, Rh, Pd, Ir, Pt. Особо отличаются сульфиды – халькопирит и пирит своей обогащённостью благородными металлами и РЗЭ. Позднепермские дайки трахидолеритов специализированы на медь, золото, серебро, платиноиды, ниобий, тантал и РЗЭ. Они обогащены легкими редкоземельными элементами. Эта черта, в общем, свойственна продуктам недеплетированной мантии – породам континентального внутриплитного магматизма.

Вышеизложенный материал по позднепалеозойским габброидным интрузивам юго-западных отрогов Чаткальского хребта дает возможность предполагать, что мантийный магматизм в интервале времени С1-Р2, был проявлен трижды – в С₁, С₃-Р₁ и Р₂. Эволюция вещества мантийного магматизма в течение этого времени протекала в сторону повышения количества калия, железа, марганца, титана, меди и РЗЭ. Эта специфика габброидного магматизма представляется как следствие функционирования мантийного диапира, внедренного в верхнюю кору в раннем карбоне. В это время из его базитовой части образовался Акчинский массив. Затем в результате постколлизивной активизации мантии внедрился обогащенный щелочами и рудными компонентами основной расплав, явившийся исходным продуктом умеренно щелочных габброидных интрузивов, подобных Карабашскому. Деятельность мантийного диапира или «Чаткало-Кураминской горячей точки», по [4], завершилась внедрением насыщенной флюидами магмы умеренно щелочного-основного состава, из которой были сформированы дайки трахидолеритов.

Литература

1. Ахунджанов Р., Мамарозиков У.Д., Суюндикова Г.М. Ассоциации редкометальных кислых интрузий (Чаткало-Кураминский регион, Западный Тянь-Шань). – Ташкент: Фан АН РУз, 2009. – 165 с.
2. Мусаев А.А., Рафиков Я.М. Анортозиты Акчинского массива Чаткало-Кураминского региона // Геология и минеральные ресурсы. – Ташкент, 2006. – № 3. – С. 34–36.
3. Природа слоев и границ литосферы Средней Азии / под ред. И.Х. Хамрабаева. – Ташкент: ГФНТИ, 1998. – 212 с.
4. Далимов Т.Н., Ганиев И.Н. Эволюция и типы магматизма Западного Тянь-Шаня. – Ташкент: Университет, 2010. – 228 с.

ГЕОХИМИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА КАРБОНАТНО-ГЛИНИСТЫХ ПОРОД ДЕВОНА РЕСПУБЛИКИ ТАТАРСТАН В СВЯЗИ С ПРОБЛЕМОЙ ИХ НЕФТЕНОСНОСТИ

А.И. Камалева

Научный руководитель академик РАН Э.М. Галимов

Институт геохимии и аналитической химии им. В.И. Вернадского РАН, г. Москва, Россия

Республика Татарстан является наиболее богатым районом Волго-Уральской нефтегазоносной провинции. Нефтяной потенциал Республики был определен в 1943 году в районе Шугурово, когда открыли первый промышленный приток нефти. В 1946 году обнаружили девонскую нефть в Бавлах. И самое значительное событие произошло в 1948 году, когда выявили супергиганское Ромашкинское месторождение. На сегодняшний день здесь добыто уже свыше 3 млрд. т нефти и 90 млрд. м³ попутного газа [2].

Но вопрос происхождения нефти до сих пор остается открытым, несмотря на многолетнюю историю нефтепоисковых работ, проводимых в данном регионе. Связано это с малой мощностью осадочной толщи и невозможностью формирования промышленных скоплений углеводородов за счет нефтегенирующего потенциала осадочных пород по данным проведенных геохимических исследований доманикитов палеозоя. Хотя в настоящее время установлена промышленная нефтегазоносность 26 стратиграфических горизонтов и открыто 160 нефтяных месторождений [1].

В данной работе исследуются образцы пород осадочной толщи, отобранные из параметрических скважин, расположенных на территории Республики Татарстан в пределах Северо-Татарского свода и Мелекесской впадины (рис. 1), для определения их нефтематеринских свойств и возможного вклада в формирование многочисленных месторождений нефти. Рассматриваемые территории являются землями с недоказанной перспективностью (Северо-Татарский свод) и перспективными землями (Мелекесская впадина). Образцы осадочной толщи отобраны из различных ярусов и горизонтов девонской системы с глубинами 1540,5...2186,5 м из всех интервалов, в которых происходил отбор кернового материала в ходе бурения скважин. Всего в данной работе исследуются 19 образцов пород, которые относят к кандидатам в нефтематеринские.



Рис. 1. Фотография образца алевропесчаника с глинистыми прослоями

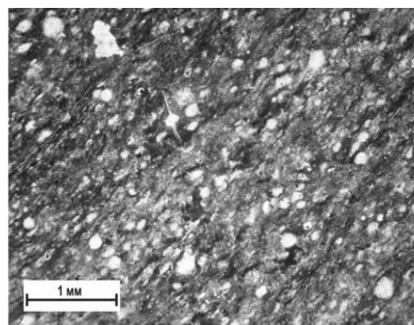


Рис. 2. Фотография шифа образца аргиллита с включениями органического вещества

По данным оптико-микроскопического анализа породы-кандидаты в нефтематеринские являются известняками и аргиллитами окремнелыми. Исключение составляет образец № 1847 (скв. 34П), который является алевропесчаником глинистым. Этот образец можно отнести к кандидатам в нефтематеринские, так как в нем присутствует достаточное количество глинистых прослоев (рис. 1).

Известняки сложены перекристаллизованными кальцитовыми зернами, среди которых встречаются редкие рассеянные включения зерен кварца алевролитовой размерности и глинистые частички, сконцентрированные в слойки. В межзерновом пространстве кальцита встречается органическое вещество. Аргиллиты сложены кремнеземом, в котором фиксируются рассеянные и сконцентрированные в слойки и линзочки глинистые частички, пигментированные органическим веществом на 20...25 %. В местах концентрации глинистого материала отмечаются многочисленные выделения пирита (рис. 2).

Таким образом, исследуемые породы по данным оптико-микроскопического анализа можно считать нефтематеринскими при наличии благоприятных условий (достаточное погружение и длительное прогревание осадков), так как породы окремнелые и пигментированы органическим веществом.

Образцы пород осадочной толщи были исследованы с помощью CHNS-анализатора для определения содержания биогенных элементов (табл.). Содержание углерода варьирует в пределах 0,04...18,42 %. Литология пород не влияет на его распределение, встречаются известняки и аргиллиты как с высоким содержанием углерода (образцы 966 и 699), так и с низким (образцы 855 и 1103). В породах фаменского яруса, лебедянско-оптуховско-плавского горизонта, франского яруса, кыновского (тиманского), семилукского, воронежско-евлановско-ливенского горизонтов определено наибольшее содержание углерода.

Содержание азота в породах напрямую зависит от содержания органики. Чем больше в образце углерода, тем больше порода насыщена азотом. Для пород с содержанием углерода < 2 % характерно количество азота 0,1...0,87 %. В породах с содержанием углерода менее 2 % азота содержится в интервале 0,005...0,064 %.

Содержание серы не связано с содержанием углерода или других гетероэлементов, так как встречаются образцы с небольшим содержанием углерода и высоким – серы и наоборот. Но можно отметить, что породы Северо-Татарского свода наиболее сернистые в сравнении с породами Мелекесской впадины.

Таблица

Содержание биогенных элементов в исследуемых образцах

Система	Ярус	Горизонт	№	Литология	Содержание биогенных элементов, %			
					C	H	N	S
Мелекесская впадина								
Скважина № 33								
Девонская	Фаменский		632	Аргиллит (доманикит)	2,85	0,64	0,1	1,82
			634		4,66	0,33	0,87	0,7
			699		8,85	0,96	0,26	1,33
	Франский	Кыновский (Тиманский)	1039	Известняк	0,88	0,32	0,03	2,08
			1072		0,115	0,037	0,005	1,35
Скважина № 34								
Девонская	Фаменский	Заволжский	823	Известняк	3,08	0,63	0,12	1,86
			880	Аргиллит (доманикит)	5,4	0,58	0,17	0,3
					929	1,19	0,24	0,04
	Франский	Воронежский, Евлановский,	1058	Известняк	6,55	0,78	0,32	1,39

		Ливенский							
		Семилукский (Мендымский)	1060	Аргиллит (доманикит)	8	1,18	0,6	4,49	
	Живетский	Воробьевский	1847	Алевропесчаник					
Скважина № 1001									
Девонская	Фаменский	Лебедянский-Оптуховский-Плавский	855	Известняк	0,09	0,019	0,014	4,927	
			962						
			966		18,42	1,76	0,61	5,565	
	Франский	Кыновский (Тиманский)	1041	Аргиллит (доманикит)	5,223	1,174	0,253	7,925	
	Живетский	Ардатовский		1101	Аргиллит (доманикит)	0,345	0,799	0,064	следы
				1103		0,04	0,132	0,01	следы
Северо-Татарский свод									
Скважина № 20010									
Девонская	Франский	Семилукский (Мендымский)	700	Известняк	4,458	0,887	0,257	8,886	
		Кыновский (Тиманский)	836	Известняк	2,092	0,467	0,089	7,783	

Таким образом, породы Мелекесской впадины франского и фаменского ярусов обладают достаточно хорошим нефтематеринским потенциалом в сравнении с породами тех же ярусов Северо-Татарского свода.

Литература

1. Башилов В.И., Куприн В.Ф., Сидякина Р.А. Основные результаты региональных космофотогеологических исследований Волго-Уральской нефтегазоносной провинции // Критерии прогноза нефтегазоносности древних платформ, 1987. – С. 55–62.
2. Муслимов Р.Х. Нефтегазоносность Республики Татарстан. Геология и разработка нефтяных месторождений. Том 1. – Казань: Фэн, 2007. – 316 с.

ОСОБЕННОСТИ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА ПОРОДООБРАЗУЮЩИХ И ВТОРОСТЕПЕННЫХ МИНЕРАЛОВ КОРУНДСОДЕРЖАЩИХ КАЛЬЦИФИРОВ НА ПРИМЕРЕ МЕСТОРОЖДЕНИЯ ОРМИЗАН (КИРГИЗИЯ)

О.Н. Камкичева

Научный руководитель доцент О.В. Бухарова

Национальный исследовательский Томский государственный университет, г. Томск, Россия

Месторождения благородного корунда весьма редки, поскольку прозрачные кристаллы могут формироваться лишь при благоприятных условиях роста [3].

Выделяют несколько генетических типов месторождений корунда: магматический, пегматитовый, пневматолито-гидротермальный, метаморфогенный и россыпи. Важными коренными источниками корундов являются породы метасоматического и метаморфогенного генезиса: кальцифиры, мрамора, магнезиальные скарны [3].

Кальцифир – неравномернозернистая метаморфическая горная порода, возникшая при перекристаллизации магнезиальных известняков в условиях высоких температур. Кальцифиры состоят из кристаллов кальцита и доломита, граната, пироксена, форстерита, шпинели, скаполита, плагиоклаза, прослеживается рассеянная сульфидная минерализация, видимо, связанная с послемагматическими процессами. Кальцифиры встречаются среди метаморфизованных карбонатно-силикатных толщ осадочного происхождения.

Мрамор – карбонатная порода, образующаяся в результате метаморфизма известняков. Мрамор представляет собой средне-крупнозернистую породу с гранобластовой структурой белого и светло-серого цвета, сложенную в основном кальцитом. Характерны следующие минералы: гранаты кальциевого ряда, пироксены диопсид-геденбергитового ряда, эпидот, везувиан, брусит, амфиболы, флогопит, корунд.

Магнезиальные скарны образуются на контактах гранитоидных интрузий с доломитами. Минералогически магнезиальные скарны относятся к реакционным породам контактов ультрабазитов и характеризуется присутствием следующих минералов: форстерита, диопсида, роговой обманки, шпинели, корунда, флогопита, клиногумита, периклаза, магнетита, брусита, серпентина, боратов магния. Магнезиальные скарны характеризуются метасоматической зональностью [5]. Основные особенности генетических типов корундов отражены в таблице 1.

Таблица 1

Генетические типы месторождений благородного корунда

Тип		Кальцифиры	Мраморы	Магнезиальные скарны
Минеральный состав	породообразующие	Кальцит, амфиболы, диопсид, гранат	Кальцит, амфиболы, диопсид, гранат	Кальцит, диопсид, форстерит
	второстепенные	Эпидот, везувиан, пирит	Эпидот, везувиан, пирит	Клиногумит, флогопит
	акцессорные	Корунд, шпинель, сфен	Корунд, апатит, сфен	Шпинель, корунд
Текстуры		Массивные, вкрапленные	Массивные, вкрапленные	Друзовые, вкрапленные, гнездовидные
Структуры		Мелкозернистые	Мелкозернистые, среднезернистые	Среднезернистые, крупнозернистые
Температура, С°		От 500 до 1000	От 500 до 1000	От 300 до 900
Степень метаморфизма		Высокая	Высокая	Низкая
Степень метасоматоза		Низкая	Низкая	Высокая
Зональность		Слабо проявлена	Слабо проявлена	Хорошо проявлена

Как видно из таблицы, парагенезисы корундосодержащих метаморфогенных и метасоматических пород практически идентичны. Однако в их минеральном составе могут фиксироваться индивидуальные черты (типomorphic признаки) минералообразования. В этом случае целесообразно исследовать порообразующие или второстепенные минералы, такие как гранат, амфибол, пироксен, везувиан.

Гранаты кальциевого ряда являются обычными минералами контактово-метасоматических и метаморфических процессов (известково-силикатные роговики, скарноподобные породы, контактовые мрамора, кальцифиры). Они образуют вкрапленные изометричные зернистые обособления, реже плотные сливные агрегаты. Цвет граната красно-коричневый. Сложность состава граната связана с широким проявлением изовалентного изоморфизма между элементами внутри групп А и В, а также гетеровалентного изоморфизма. Выделяют две разновидности по содержанию кальциевого компонента: малокальциевые гранаты, гранаты с существенным содержанием кальция. К малокальциевым гранатам относятся гранаты с содержанием кальция до 10 % (альмандин, пироп), наиболее распространенные в биотитовых гнейсах, сланцах, гранитах, роговиках. Ко второй разновидности относятся гранаты с содержанием от 10 до 17 % кальциевого компонента (андрадит, гроссуляр) [6].

Кальциевые амфиболы – широко распространенные минералы в природе. Метаморфические кальциевые амфиболы приурочены к фациям эпидотовых амфиболитов, гранулитовой, эклогитовой и дистеновых гнейсов и амфиболитов, а также присутствуют в кальцифирах и мраморах. Для кальцифиров и мраморов в большей степени характерна роговая обманка, для магнезиальных скарнов это тремолит, актинолит. Амфиболы характеризуются тонкоигльчатым строением, иногда встречаются в виде сплошных масс. Цвет от черного до светло-зеленого. В амфиболах проявляется высокая изоморфность. Особенности структуры объясняются также способностью амфиболов содержать в себе второстепенные и редкие элементы [4].

Пироксены (диопсид, геденбергит) образует длиннопризматические, короткопризматические, тонкоигльчатые кристаллы для многих контактово-метасоматических образований: роговики и особенно скарнов. Цвет от грязно-зеленого до бурого. Он является характерным минералом кальцифиров, для которых типична ассоциация диопсида со шпинелью, графитом, тремолитом, флогопитом. К этим породами часто приурочены кальцитовые жилы с кристаллами диопсида и крупными кристаллами флогопита, скаполита, полевого шпата, апатита [2].

Везувиан чаще встречается в виде короткостолбчатых агрегатов темно-зеленого, реже оранжево-коричневого цвета. В зависимости от особенностей химического состава выделяется несколько разновидностей данного минерала (собственно везувиан, виллоит, титан-везувиан, бериллий-везувиан, редкоземельный везувиан, циприн, хром-везувиан, марганец-везувиан), которые типomorphic для определенных типов месторождений [2].

Изучением типomorphic породообразующих и второстепенных минералов кальцифиров, мраморов и магнезиальных скарнов занимались многие исследователи, однако специальных работ по изучению особенностей минерального состава корундосодержащих пород немногочисленны. Автором выполнена работа по изучению типохимизма минералов месторождения благородного корунда Ормизан, расположенного в пределах Тянь-Шаньской складчатой области (Киргизия).

Химический состав порообразующих и второстепенных минералов месторождения Ормизан анализировался на растровом электронном микроскопе «VEGA II LMU», совмещенном с энергодисперсионным спектрометром (Oxford INCA Energy 350).

Расчет кристаллохимических формул производился катионным методом (табл. 2) [1].

Таблица 2

Кристаллохимические формулы минералов месторождения Ормизан

Минералы	Кристаллохимические формулы
Везувиан	$\text{Ca}_{8,53} \text{Na}_{0,12-0,15} \text{Al}_{4,00-4,06} (\text{Fe}_{0,64-0,65} \text{Mg}_{0,52-0,53} \text{Mn}_{0,01-0,02})_{1,18-1,19} \text{Si}_{8,21-8,27} \text{Ti}_{0,78 \text{ } 0,85} \text{O}_{34,00} (\text{OH}_{3,70} \text{F}_{0,23})_{4,00}$
Гранат	$(\text{Ca}_{2,88-2,95} \text{Mg}_{0,03-0,04} \text{Mn}_{0,01})_{2,93-2,99} (\text{Al}_{1,81-1,87} \text{Fe}_{0,36} \text{Ti}_{0,01-0,02})_{2,08-2,22} [\text{Si}_{2,96-3,05} \text{O}_{12,00}]$
Роговая обманка	$\text{Na}_{0,63-0,77} \text{Ca}_{2,00} (\text{Mg}_{3,22-3,33} \text{Fe}_{0,12-0,20})_{3,36-3,50} \text{Ti}_{0,16-0,19} [\text{Si}_{5,58-5,82} \text{Al}_{2,66-2,91} \text{O}_{22,00}] (\text{F}_{0,33-0,37} \text{OH}_{0,61-0,69})_{1,00}$
Диопсид	$(\text{Ca}_{1,02} \text{Na}_{0,02-0,03})_{1,00-1,02} (\text{Mg}_{0,83} \text{Fe}_{0,07} \text{Al}_{0,03-0,04})_{1,00-1,04} [\text{Si}_{2,02-2,04} \text{O}_{6,00}]$

Везувиан образует зернистые изометричные агрегаты оранжево-коричневого цвета. По данным химического анализа (таб. 2) видно, что для везувиана месторождения Ормизан характерны небольшой недостаток кальция (в теоретической формуле везувиана кальциевая составляющая равна 10), а также повышенное содержание титана, которое варьирует от 4,6 до 5,08 %. В небольшом количестве присутствует натрий (до 0,34 %). Отчетливо наблюдается изоморфизм между железом, магнием, марганцем, при этом, количество железа существенно доминирует относительно магния и марганца.

Коричнево-красного цвета гранаты образуют вкрапленные, зернистые обособления, близкие к изометричным, реже плотные сливные агрегаты. По данным химического анализа (таб. 2), гранат относится к гроссуляр-андрадитовому ряду. Заметим, что алюминий (около 20 %) преобладает над железом (5,6 %). В качестве незначительной примеси присутствуют магний (0,3 %), титан (0,2...0,3 %) и марганец (0,14...0,22 %). Расчет миналов (гипотетических молекуле) показал, что на гроссуляровую молекулу приходится около 85 %, на долю андрадита – 10 %, пироповая молекула составляет 4 %, алмандиновый минал составляет около 1 %.

Роговая обманка была обнаружена в виде небольших линзовидных обособлений, с тонкоигольчатой формой зерен, медово-коричневого цвета, со специфическим алмазным блеском и твердостью около 5. Химический анализ показал (таб. 2), что роговая обманка месторождения благородного корунда Ормизан отличается повышенным содержанием алюминия и титана. Это позволяет отнести этот минерал к разновидности роговой обманки – керсутиту. Медово-коричневый цвет амфибола месторождения Ормизан обусловлен содержанием и соотношением таких элементов как железо, титан и магний. Роговая обманка на 85 % состоит из керсутитового минала, на тремолитовый приходится около 11%, актинолитовая составляющая равна 4 %.

Пироксен в породе встречается в виде мелких включений грязно-зеленого цвета. По результатам анализа пироксена (таб. 2) установлено, что он относится к минеральному виду диопсид, в котором порядка 15...17 % приходится на геденбергитовый минал. Также для диопсида месторождения Ормизан характерно повышенное содержание алюминия, что является его типоморфной чертой.

В результате проведенных исследований были выделены типоморфные признаки минералов кальциевого генетического типа месторождения благородного корунда. Изучение типоморфных особенностей сквозных минералов позволит в будущем выделять минералогические критерии для поисков метаморфогенных корундовых месторождений.

Литература

1. Булах А.Г. Руководство и таблицы для расчета формул минералов. – М.: Недра, 1967. – 143 с.
2. Годовиков А.А. Минералогия. – М.: Недра, 1970. – 520 с.
3. Киевленко Е.Я., Сенкевич Н.Н., Гаврилов А.П. Геология месторождений драгоценных камней. – М.: Недра, 1982. - 279 с.
4. Литвин А.Л. Кристаллохимия и структурный типоморфизм амфиболов. – Киев: Наукова думка, 1977. – 236 с.
5. Перцев Н.Н. Высокотемпературный метаморфизм и метасоматизм карбонатных пород. – М.: Наука, 1977. – 256 с.
6. Соболев Н.В. Парагенетические типы гранатов. – М.: Наука, 1964. – 219 с.

**ТИПОМОРФНЫЕ ОСОБЕННОСТИ АКЦЕССОРНОГО ЦИРКОНА ГРАНИТОИДОВ
ПОЛИФАЗНОГО НОВОНИКОЛАЕВСКОГО МАССИВА (ЗМЕИНОГОРСКИЙ КОМПЛЕКС)**

А.А. Карих

Научный руководитель доцент К.Л. Новоселов

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Циркон – один из наиболее распространенных акцессорных минералов магматических пород. Благодаря широкой распространенности, высокой химической и механической стойкости, разнообразию габитуса, окраски и химического состава, циркон относится к минералам, которые используются при решении вопросов геохимии и петрологии [1, 2, 5, 6].

Новониколаевский гранитоидный массив, площадью около 1000 км², расположен в российской северо-западной части Рудного Алтая и локализован в структурах алейского антиклинория. С севера массив ограничен структурами Рубцовской депрессии и надвинут на них. Возраст массива датируется средним – верхним девонем. Массив имеет сложное полифазное строение, в нем выделяется пять фаз внедрения: породы I фазы представлены интенсивно измененными габброидами и пользуются незначительным распространением; породы II фазы наиболее распространены, слагают большую часть массива и рассматриваются как главная фаза внедрения; они характеризуются большим разнообразием – от кварцевых диоритов до плагиигранитов и гранитов с плавными фаціальными переходами; породы III фазы представлены лейкоплагиигранитами с варьирующими содержаниями биотита и роговой обманки; породы заключительных инъекций расплава – IV и V фаз представлены лейкогранитами с переменным содержанием калиевого полевого шпата и плагииоклаза. Близость петрографического состава пород, особенно более поздних фаз, слабая обнаженность района создают трудности при выяснении возрастных взаимоотношений пород различных интрузивных фаз. В связи с этим цель работы – детальное изучение кристалломорфологии и химического состава акцессорного циркона пород различных интрузивных фаз и выявление его типоморфных признаков.

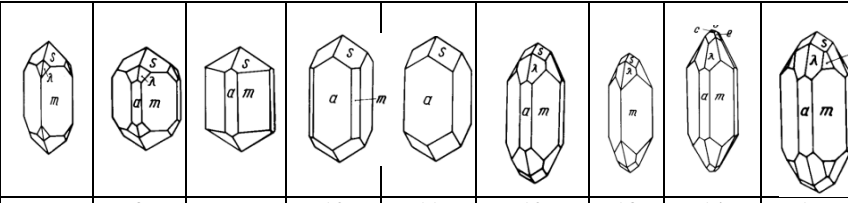
Методика работ включала: 1) разделение проб на фракции по удельному весу в тяжелых жидкостях; 2) выделение мономинеральных фракций циркона из пород различных фаз с использованием бинокулярного микроскопа; изучение окраски циркона, скульптуры граней, блеска и других физических свойств; 3) детальное изучение габитуса кристаллов циркона как одной из типоморфных особенностей этого минерала и определение принадлежности цирконов к кристалломорфологическим типам в отраженном и проходящем свете микроскопа; 4) статистическая обработка данных – в каждой фракции анализировалось не менее 50 кристаллов; 5) анализ химического состава циркона, выполненный на электронном сканирующем микроскопе в Институте геологии и минералогии СО РАН, г. Новосибирск.

Среди кристаллов циркона установлено 9 кристалломорфологических типов (табл. 1), которые отличаются степенью развития граней призм и дипирамид. В распределении типов в породах различных фаз проявляются определенные закономерности.

В породах главной фазы в наиболее ранних тоналитах преимущественно распространены кристаллы с развитыми гранями призмы и дипирамиды (10 тип) и кристаллы с несколько более усложненными формами дипирамид (12 тип). В более кислых породах – в плагиигранитах – габитус кристаллов более разнообразен и в них уже преобладают индивиды с заостренными вершинами и развитыми гранями дипирамид, количество которых нарастает в последующих фазах. Так, в лейкогранитах и в лейкоплагиигранитах четвертой фазы габитус практически всех кристаллов соответствует копьевидно-заостренному типу с развитыми формами острых дипирамид (14 тип). Лейкограниты завершающей фазы становления массива выделяются большим разнообразием габитусных форм циркона: в них резко доминируют укороченные кристаллы с преимущественным развитием граней призм и одной дипирамиды.

Таблица 1

Кристалломорфологические типы циркона

Фаза внедрения	Типы										
		7	8	9	10	11	12	13	14	19	
Породы		Цирконовый тип			Гиацинтовый тип		Удлиненные призматические формы до игольчатых				
Главная фаза	2	Тоналит	–	–	2	40	10	24	–	12	–
	Плагиигранит	2	2	–	–	–	82	2	10	2	
3	Плагиигранит	–	–	–	12	–	34	–	40	–	
4	Лейкоплагиигранит	–	–	–	–	–	6	–	92	–	
5	Лейкогранит	14	48	4	6	–	18	–	2	2	

Результаты измерений коэффициента удлинения кристаллов циркона, важного показателя изменения физико-химической обстановки кристаллизации, и его статистическая обработка (рис. 1) показывают, что во всех породах, за исключением V фазы, доминируют кристаллы с удлинением в интервале от 2 до 3, менее распространены кристаллы с удлинением 3 – 4, 4 – 5 (рис.2 а, 2 б). В калишпатизированных разностях лейкогранитов заключительной пятой фазы внедрения резко преобладают укороченные кристаллы с интервалом удлинения от 1 до 2 (рис.2в, 2 г).

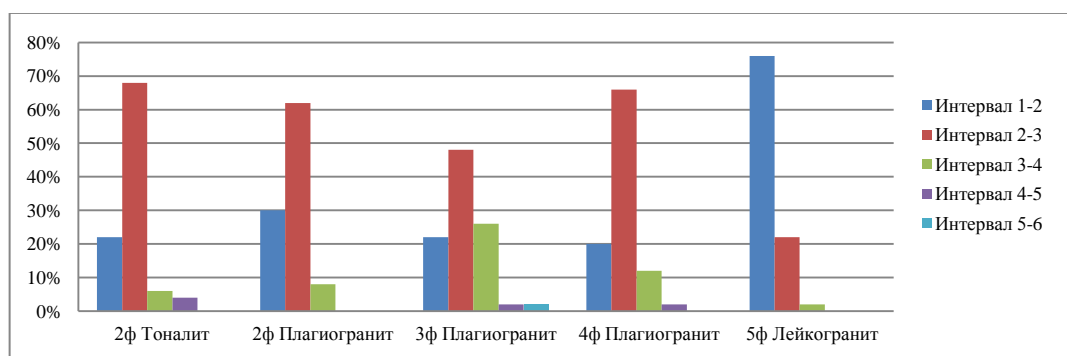


Рис. 1. Изменение коэффициента удлинения кристаллов циркона в породах Новониколаевского массива

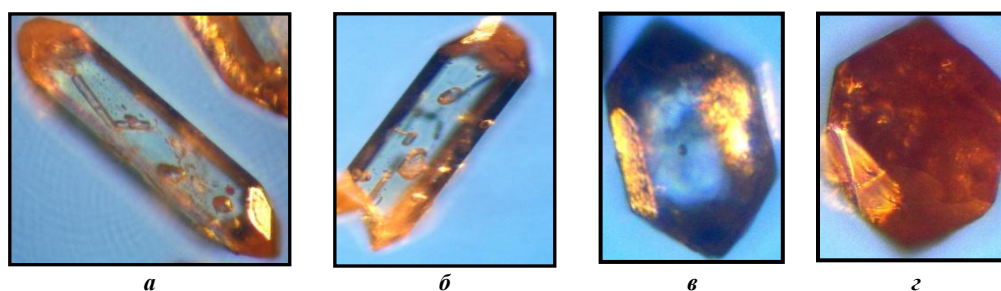


Рис. 2. Кристаллы циркона с разнообразным удлинением

Таким образом, вариации величин удлинений кристаллов свидетельствуют о комагматичности пород, а также отражают изменение состава расплава в сторону увеличения кремнеземистости и щелочности пород.

Наряду с четко выраженным типовым габитусом, кристаллы часто имеют искаженные формы, которые выражаются асимметричным развитием граней (рис.3 а), обусловленным активным ростом одних граней и угнетенным – других. Нередко вершины асимметричных кристаллов притуплены, плоскости граней часто деформированы и изогнуты. Поверхность граней призм микропористая или ямчатая, особенно в породах ранних фаз с многочисленными наростами кварца, полевых шпатов. На отдельных кристаллах проявляется скульптурная структура роста (рис 3 б). Кроме того, распространены зональные кристаллы циркона. Различают два генетических типа зональности: первичная – образованная процессом роста кристалла (рис 3 в); вторичная – обусловлена обрастанием более ранних кристаллов поздними (рис 3 з).

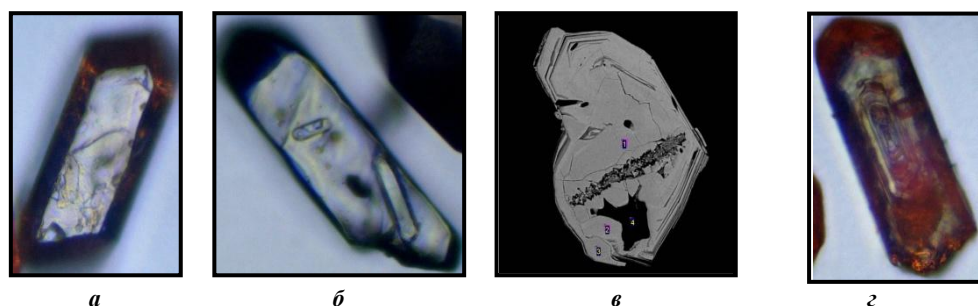


Рис. 3. Разнообразные формы кристаллов циркона

Кристаллы циркона часто содержат включения газово-жидких и твердых минеральных фаз (рис. 4). Газово-жидкие включения наблюдаются в породах всех фаз и наиболее обильны они в лейкогранитах главной и четвертой фаз внедрения. Включения твердых фаз обычно фиксируются в тоналитах главной фазы, среди минералов-узников установлены апатит, мелкие кристаллиты циркона, титаномагнетит, ильменит, а также зерна кварца и плагиоклаза. Включения кристаллов апатита и циркона обычно ориентированы параллельно вертикальной оси симметрии или параллельно граням дипирамиды (рис. 4 а, 4 з). Газово-жидкие включения располагаются или в центре кристалла, или смещены к вершинам (рис. 4 б, 4 в). Присутствие во включениях апатита указывает на высокую активность летучих компонентов (Р, F, Cl, а также H₂O) и более раннюю, достаточно продолжительную во времени кристаллизацию циркона в породах преимущественно главной фазы.

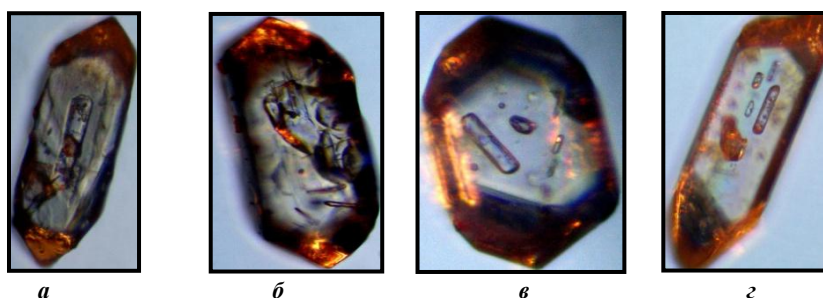


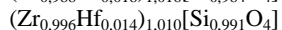
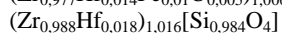
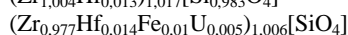
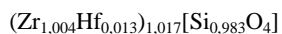
Рис. 4. Разнообразие включений в кристаллах циркона

Химический состав циркона (табл. 2) отличается стерильностью в отношении примесных элементов. В его составе содержатся лишь формульные компоненты – кремнезем, оксид циркония и кристаллохимически близкий ему гафний. В одной пробе циркона из плагиигранитов второй фазы внедрения зафиксированы примеси железа и урана.

Таблица 2

Химический состав циркона

Порода	Фаза внедрения	ZrO ₂	HfO ₂	SiO ₂	FeO	UO ₂	Zr/Hf	Сумма
Тоналит	2	66,15	1,44	31,58	–	–	45,93	99,17
Плагиигранит		65,07	1,56	32,48	0,37	0,68	41,71	100,16
Лейкогранит	3	66,28	2,02	31,88	–	–	32,81	100,18
Лейкогранит	4	66,00	1,56	32,11	–	–	42,30	99,67



Кристаллохимические формулы близки теоретическим, также достаточно выдержаны величины отношений Zr/Hf. В зональных кристаллах состав зон, проанализированный от центра к периферии (табл. 3), показывает в целом постоянство состава, но варьируют количества циркония и гафния, что проявляется на коэффициенте отношений Zr/Hf.

Таблица 3

Химический состав зональных цирконов

№ точек	SiO ₂	ZrO ₂	HfO ₂	Zr/Hf	Сумма
1	30,53	64,57	1,65	39,13	96,75
2	30,38	64,19	1,6	40,1	96,17
3	30,72	63,89	2,16	29,6	96,77

Обедненность циркона примесными элементами или их низкие содержания по представлениям многих исследователей [2, 3, 4] характерно для цирконов из гранитоидов – производных толеитовых магм.

Таким образом, впервые проведенные исследования акцессорного циркона девонских гранитоидов полифазного Новониколаевского массива позволяют сделать следующие выводы.

1. Кристалломорфология и величина удлинения акцессорного циркона закономерно изменяются в соответствии с эволюцией магматического расплава: от упрощенных форм к более усложненным и остроудипирамидальным удлинненным формам.

2. Насыщенность циркона газово-жидкими включениями и кристаллами апатита свидетельствуют о высокой активности летучих компонентов – P, F, Cl, а также H₂O.

3. Габитус кристаллов циркона, его химический состав, близкий к теоретическому, указывают на комагматичность пород последовательных фаз внедрения и на их принадлежность к дифференциатам единой базальтоидной родоначальной магмы.

Кристалломорфологические особенности и химический состав цирконов можно считать типоморфными для пород полифазного Новониколаевского массива.

Литература

1. Батти Х., Принг А. Минералогия для студентов. Пер. с англ. – М.: Мир, 2001. – 429 с.
2. Ляхович В.В. Акцессорные минералы горных пород. – М.: Недра, 1979. – 296 с.
3. Матковский О.И. О понятии термина «акцессорный минерал» // Минерал. сб. Львовск. геол. о-ва, 1965. – Вып. 2. – С. 258 – 261.
4. Руб И.Г. Значение акцессорных минералов для решения некоторых вопросов петрологии и металлогении // Советская геология, 1964. – № 1. – С. 49 – 64.
5. Harrison T.M., Watson E.B., Aikman A.B. Temperature spectra of zircon crystallization in plutonic rocks // Geology. – 2007. – July – P. 635 – 638.
6. Pupin J.P., Turco G. Une typologie originale du zircon accessoire // Bull. Soc. Fr. Mineral. Crystallogr. – 1972. – Vol. 95. – P. 348 – 359.

МИНЕРАЛЬНЫЙ СОСТАВ, ТЕКСТУРНО-СТРУКТУРНЫЕ ОСОБЕННОСТИ И СТАДИЙНОСТЬ МИНЕРАЛООБРАЗОВАНИЯ РУД МЕСТОРОЖДЕНИЯ «КУПОЛ»**И.И. Кемкин, О.А. Горчаков**

Научный руководитель доцент Р.А. Кемкина

Дальневосточный Федеральный университет, г. Владивосток, Россия

Месторождение Купол расположено в Анадырском районе Чукотского автономного округа в пределах северного фланга Мечкеревской вулкано-тектонической депрессии, приуроченной к верхнемеловым вулканитам среднего состава, прорванным небольшими интрузиями, субвулканическими телами и дайками габбро, диоритов, диоритовых порфиритов, андезитов, базальтов, дацитов и риолитов [1]. Рудные тела представлены малосульфидными кварцевыми и адуляр-кварцевыми жилами и зонами прожилкования, которые образуют прожилково-жильную зону субмеридионального простирания. По результатам проведенных исследований установлено, что руды месторождения характеризуются большим разнообразием рудных минералов, среди которых наиболее распространены самородные металлы, сульфиды и сульфосоли.

Золото самородное характеризуется широкой дисперсией размеров минеральных выделений с преобладанием тонкого и тонкодисперсного. Среди форм выделений наиболее развиты клиновидно-пластинчатые и комковидно-угловатые. Встречается золото в ассоциации с акантитом и блеклыми рудами. Содержится в виде обильных эмульсионных включений в пирите и ярозите. В свою очередь, в золоте наблюдаются линзовидные единичные включения пираргирита.

Серебро самородное встречается как в виде мелкой (от 0,001 до 0,005 мм) неправильной формы рассеянной вкрапленности, так и в более крупных выделениях (до 0,05 мм). Интенсивно замещает фрейбергит, тетраэдрит и аргентит. В свою очередь, содержит включения пластинчатой формы сульфоселенида золота и серебра. Образует каемки по электруму.

Электрум встречается в виде обособленных неправильных выделений, размером до 0,05 мм в кварце, а также в виде более мелких (0,006 мм) включений изометричной формы в прустите, пираргирите и акантите. В виде очень тонкой каемки развивается по стефаниту, замещает полибазит, содержащий включения фишессерита и блеклые руды.

Халькопирит самый распространенный минерал в рудах месторождения. Выделяются четыре его генерации. Халькопирит 1 встречается в виде крупных зерен размером от 0,1 до 2,5 мм аллотриоморфной формы, которые цементируют раздробленные кристаллы пирита. Халькопирит 2 образует тесные сростания со сфалеритом и блеклыми рудами, замещается галенитом, стефанитом. В виде включений содержит идиоморфные кристаллы пирита. Халькопирит 3 встречается в виде мелкой эмульсионной вкрапленности в сфалерите, образуя характерные структуры распада твердого раствора. Халькопирит 4 является более поздним минералом и встречается как в виде изолированных амебообразных выделений различной крупности (от 0,05 до 0,1 мм) в кварце, так и в виде прожилков, замещающих сфалерит. Ассоциирует с электрумом, акантитом, стефанитом и другими сульфосолями. Замещается агвиларитом, пираргиритом, самородным серебром. Содержит в виде мелких (до 0,003 мм) каплевидных включений науманнит. По халькопириту развиваются халькозин и ковеллин.

Пирит относится так же, как и халькопирит, к числу широко распространенных рудных минералов месторождения. Он отлагался на протяжении всего процесса минералообразования. Выделяется три его генерации. Пирит 1 встречается в виде реликтов и неправильной формы зерен, что является результатом его катаклазирования и последующего замещения минералами более поздних стадий кристаллизации. Пирит 2 образует идиоморфные и гипидиоморфные кристаллы кубической формы. Пирит подвержен замещению различными минералами. Замещение осуществляется как по зонам роста пирита, так и по периферии его зерен. Края зерен весьма корродированы халькопиритом. Пирит 3 представлен мелкой рассеянной вкрапленностью идиоморфных пентагондодекаэдрического и гексаэдрического габитуса. Марказит обладает характерным мелкозернистым строением. Он тесно ассоциирует с идиоморфными зернами пирита, в которых присутствует в виде включений, либо в виде каемок обрастания, что свидетельствует о позднем его образовании.

Арсенопирит имеет ограниченное распространение в рудах месторождения. Чаще всего это идиоморфные кристаллы призматической формы без признаков коррозии. Ассоциирует с пиритом и в виде идиоморфных игольчатых включений содержится в агвиларите.

Сфалерит широко распространен на месторождении, где выделяются три его генерации. Сфалерит 1 встречается в виде зерен аллотриоморфной формы в тесном сростании с халькопиритом, совместно с которым

замещает идиоморфные кристаллы пирита. Сфалерит 2 содержит в своей массе эмульсионные включения халькопирита, образуя с ним структуры распада твердого раствора. Сфалерит 3 встречается в виде амебообразных вытянутых форм с зазубренными границами. Замещается блеклыми рудами в ассоциации со стефанитом, пересекается прожилками халькопирита.

Галенит встречается ограниченно по сравнению с другими сульфидами. Образует зерна аллотриоморфной формы. Замещает халькопирит и сфалерит. В виде реликтов содержится в блеклых рудах. Замещается стефанитом и гипергенными – акантитом и ковеллином.

Акантит присутствует как в гипогенных, так и в гипергенных ассоциациях, где образует зерна неправильной формы или мелкие октаэдрические кристаллы, а также пластинки и чешуйки. Встречается в виде обособленных выделений в кварце, а также в сростаниях с большинством рудных минералов месторождения – халькопиритом, блеклыми рудами, сфалеритом, галенитом и др. Гипергенный акантит встречается в тесной ассоциации с ковеллином и ярозитом.

Блеклые руды широко распространены в рудах, где они образуют разнообразные по форме (от изометричных до удлинённых и ксеноморфных) выделения. Встречаются в виде вкрапленности в кварце, а также в тесных сростаниях с акантитом, стефанитом, халькопиритом и пираргиритом. В виде включений содержат галенит, науманнит. В свою очередь, образуют неправильные включения в халькопирите и агвиларите. В рудах вторичного обогащения замещаются ковеллином. Среди блеклых руд выделяются теннантит, тетраэдрит и фрейбергит [2].

Ютенбогардит является редким минералом. Образует тонкие мономинеральные каймы (0,007 мм) вокруг зерен самородного золота и встречается в виде каплевидных включений в электруме и халькопирите. Замещает фрейбергит и полибазит.

Науманнит широко распространен в рудах месторождения. Встречается в виде мелких включений неправильной формы в халькопирите, акантите и пирсеите. Тесно ассоциирует с агвиларитом. Обрастает тонкой каймой пирита и содержит включения электрума.

Агвиларит образует тесные сростания с науманнитом, отлагаясь почти одновременно с ним, на что указывают часто встречающиеся субграфические сростания этих минералов. Замещает халькопирит, блеклые руды и стефанит. Содержит включения электрума, по границе с халькопиритом замещается акантитом.

Сульфосоли серебра представлены пирсеитом, полибазитом, пираргиритом, пруститом и стефанитом. Результаты микроскопического исследования руд показали, что сульфосоли серебра широко развиты на месторождении и тесно ассоциируют друг с другом. Изучение характера взаимоотношений их между собой и с другими рудными минералами показало, что наиболее ранними минералами этой группы являются пирсеит и полибазит. Пираргирит и стефанит кристаллизовались, по всей вероятности, на протяжении рудоотложения всей продуктивной золото–полисульфидно–адуляр–кварцевой стадии, а на заключительных этапах кристаллизации этой стадии выделялся прустит. Сульфосоли серебра тесно ассоциируют с золотом, серебром, электрумом и блеклыми рудами.

Штроейерит встречается крайне редко. Он тесно ассоциирует с блеклыми рудами (фрейбергитом) и акантитом. Интенсивно замещает халькопирит и содержит мельчайшие выделения самородного серебра, а также золота. Сам в свою очередь замещается гипергенными акантитом и ковеллином.

Фишессерит наблюдается в виде включений, близких к идиоморфным, размером до 0,005 мм, в полибазите. Сростается с электрумом, образуя вокруг него тонкие каемки, а также содержится в нем в виде субмикроскопических включений. Характерны его пластинчатые выделения в агвиларите. По границам зерен интенсивно замещается ковеллином и акантитом.

Халькозин встречается в виде сплошных тонкозернистых масс, которые образуют прожилки преимущественно по халькопириту. В свою очередь, прожилки характеризуются ветвящейся структурой и невыдержанной мощностью на различных участках замещаемых зерен.

Ковеллин один из самых распространенных гипергенных минералов руд месторождения. Встречается он в виде каемок, прожилков, неправильных выделений, а также изометричных зерен. Замещает пирит, блеклые руды, халькопирит, борнит, стефанит, в связи с чем его форма и размеры соответствуют таковым замещаемого им минерала. При этом, замещение носит незакономерный характер, т.е. вне всякой связи с особенностями внутреннего строения замещаемых минералов. Степень замещения различна – от частичной до полной.

Для руд месторождения Купол характерны текстуры, типичные для эпitherмального оруденения. Наиболее распространены колломорфно- и фестончато-полосчатые, а также брекчиевые текстуры, сложенные обломками кварца, сцементированными тонкозернистым кварцем с интенсивной сульфидной и сульфосольной вкрапленностью. Менее распространены друзовые, крустификационные и гребенчатые текстуры, которые являются менее продуктивными на золото–серебряное оруденение. Отмечается некоторая смена текстур руд по падению рудных тел. Так, для приповерхностных руд характерны полосчатые (колломорфно-, фестончато- и концентрически) текстуры, которые затем сменяются брекчиевыми, кокардовыми и симметрично-друзовыми на глубине. Среди структур наибольшим распространением пользуются структуры замещения, которые характерны для большинства рудных минералов, а также зернистые структуры. Широко развиты сферолитовые, фрамбOIDные и глобулярные формы агрегатов. Менее распространены структуры распада твердого раствора, а также катакlastические.

На основе детального изучения минерального состава, выделенных парагенезисов, а также текстурно-структурных особенностей руд месторождения Купол можно выделить четыре стадии их образования, а именно: допродуктивную пирит–кварцевую, золото–пирит–кварцевую, золото–полисульфидно–кварцевую и гипергенную акантит–ярозитовую. В составе пирит–кварцевой стадии основным рудным минералом является крупнозернистый

катаклазированный пирит. Среди основных рудных минералов золото-пирит-кварцевой стадии выделяются пирит, арсенопирит, блеклые руды (теннантит), сфалерит, халькопирит, галенит, золото самородное, акантит. Продуктивная золото-полисульфидно-адуляр-кварцевая стадия представлена пиритом, сфалеритом, халькопиритом, электрумом, пирсеитом, стефанитом, фрейбергитом, тетраэдритом, науманнитом, агвиларитом, пруститом, пираргиритом, акантитом, галенитом, самородным золотом, петровсканитом, ютенбогаардитом. Акантит, халькозин, ковеллин, ярозит, полибазит, золото самородное, гидроокислы железа характерны для гипергенной акантит-ярозитовой стадии.

Литература

1. Глухов А.Н. Региональная геологическая позиция, структура и минералого-геохимическая зональность золото-серебряного месторождения Купол // Вестник СВНЦ ДВО РАН., 2008. – № 3. – С. 34–45.
2. Коваль М.В., Кемкина Р.А., Огнев О.В. Виды и разновидности блеклых руд месторождения Купол // Проблемы экологии, геологии и рационального природопользования: Труды конференции студ., аспирантов и молодых ученых. – Владивосток, 2009. – С. 8–12.

ПЕТРОСТРУКТУРНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ДУНИТОВ КАЛНИНСКОГО МАССИВА (ЗАПАДНЫЙ САЯН)

А.В. Кичеева

Научный руководитель профессор А.И. Чернышов

Национальный исследовательский Томский государственный университет, г. Томск, Россия

В данной работе проведено петроструктурное изучение дунитов Калнинского хромитоносного массива, который является фрагментом нижней части разреза Куртушибинского офиолитового покрова, выделенного в северо-западной части Западного Саяна [1]. Калнинский ультрамафитовый массив имеет субизометричную форму, его площадь составляет примерно 65 км². Массив является крупным тектоническим блоком, окруженным серпентинитовым меланжем. Он сложен метаморфическими перидотитами, которые представляют собой реститовые породы дунит-гарцбургитового полосчатого комплекса. Его северо-восточная часть сложена, главным образом, дунитами. В юго-западной части массива наблюдается чередование дунитов и гарцбургитов, часто имеющее полосчатое строение. Дуниты и гарцбургиты имеют довольно свежий облик, а в тектонически ослабленных зонах они обычно преобразованы в серпентиниты.

Петроструктурные исследования направлены на изучение дунитов с целью выявления термодинамических условий их пластического деформирования по характеру предпочтительных петроструктурных узоров оливина. Дуниты Калнинского массива неравномерно пластически деформированы. Среди них можно выделить слабо, умеренно и интенсивно деформированные разновидности. Петроструктурный анализ нами проведен в слабо деформированных дунитах.

В слабо деформированных дунитах зерна оливина имеют субизометричную, неправильную, реже удлиненную форму с размерами от 2 мм до 5...6 мм, отмечаются единичные индивиды до 8...10 мм и крупнее. Наиболее крупные индивиды имеют ксеноморфную форму с округлыми плавными, иногда заливообразными очертаниями. Для них характерно преимущественно однородное, либо слабо выраженное неоднородное волнистое и субблоковое погасание и, редко, отмечаются полосы пластического излома, иногда отмечается их дезинтеграция на отдельные субблоки. Зерна средних размеров обычно имеют субизометричную либо вытянутую форму и, нередко, ориентированы субпараллельно, отражая направление директивности породы. С дальнейшим уменьшением размеров отмечается возрастание степени деформации зерен оливина, в них появляется неоднородное, волнистое погасание, в различной степени выраженное от слабого до резкого, встречаются полосы пластического излома. По границам отдельных пластически деформированных индивидов и в их внутренних частях отмечаются признаки порфиорокластаза, обусловленные синтетектонической рекристаллизацией с образованием мелкозернистых агрегатов.

Оливин в дунитах отличается наличием строгих предпочтительных петроструктурных узоров всех трех осей Ng, Nm и Nr (рис.). Оси Ng локализуются в максимум высокой плотности (12 %), отражающих преимущественное погружение этих осей в северо-западном направлении. Максимум располагается на пересечении плоскостей S₁ и S₂ и обнаруживает тенденцию к слабому растягиванию в пояс в плоскости S₁, в котором отмечается другой субгоризонтальный максимум осей Ng (8 %). Оси Nr концентрируются в пояс, нормальный максимуму осей Ng. В этом поясе отчетливо выражены два максимума высокой плотности 8 % и 6 %, которые располагаются перпендикулярно плоскостям соответственно S₁ и S₂. Оси Nm также локализуются в пояс, совмещенный с поясом осей Nr, в котором проявляются локальные максимумы, один из которых совпадает с максимумом осей Nr, нормальным S₂, другой располагается в этой плоскости.

Анализ полученных петроструктурных узоров кристаллооптических осей оливина в дунитах позволяет предположить последовательность их пластического деформирования. Субгоризонтальный максимум осей Ng в плоскости S₁, отражающий их ориентировку в северо-западном направлении, очевидно, указывает на направление пластического течения дунитов в первую стадию их деформации, обусловленную как трансляционным скольжением в зернах оливина, так и их синтетектонической рекристаллизацией.

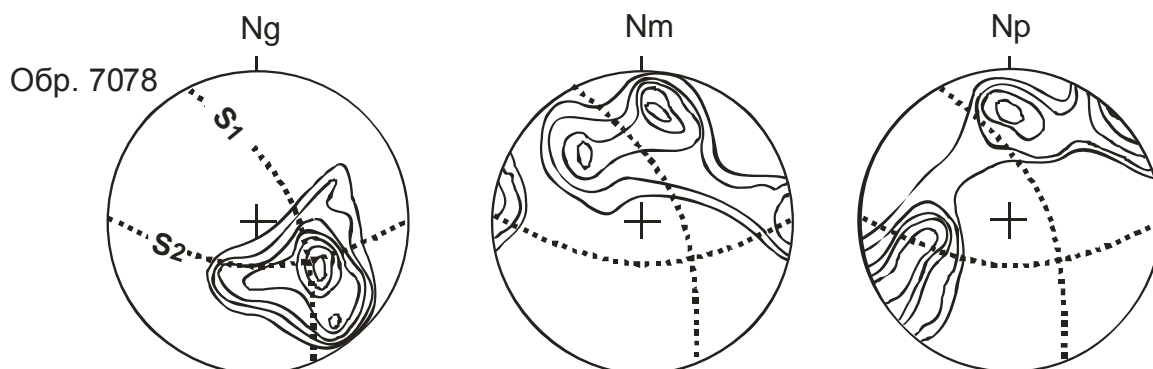


Рисунок. Диаграммы ориентировки кристаллооптических осей оливина в дунитах Калнинского массива.

Диаграммы построены по 100 замерам кристаллооптических осей минерала.

Изолинии: 1...2...4...6...8...10...12 % на 1 % сетки Шмидта.

Проекция верхней полусферы на горизонтальную плоскость.

Точечные линии – плоскости пластического течения (S_1 – полосчатость, S_2 – кливаж)

Максимум осей Ng с наибольшей плотностью (12 %) отражает вторую стадию пластического течения дунитов. Он фиксирует преимущественное восстание осей Ng в юго-восточном направлении под углом $\sim 45^\circ$, которое, очевидно, отражает, главным образом, направление пластического течения (S_2) на стадии вторичной рекристаллизации отжига, сопровождаемой ростом зерен оливина, свободных от признаков пластических деформаций. Поясовое распределение осей Np и Nm в дунитах нормально максимумам Ng и наличие максимумов Np, ориентированных перпендикулярно к плоскости пластического кливажа (S_2), свидетельствует об однородном высокотемпературном трансляционном скольжении и сменой систем скольжения к более высокотемпературным от $\{0kl\} [100]$ к $(010) [100]$, в условиях низкой скорости (менее 10^{-6} c^{-1}) и субгоризонтального сжатия в направлении ЮЗ-СВ. Трансляционное скольжение в таких условиях сопровождается диффузионной ползучестью, при этом роль последней возрастает в условиях снижения скорости деформации и увеличения температуры. При повышенных температурах пластические деформации сменяются вторичной рекристаллизацией отжига, при которой оптическая ориентировка зерен оливина контролируется, главным образом, внешним сохраняющимся полем напряжения. Этот процесс протекает за счет упругой постепенно уменьшающейся внутрикристаллической энергии. При этом, сохраняется высокая межзерновая свободная энергия, способствующая разрастанию свободных от дислокаций зерен за счет поглощения неблагоприятно ориентированных и насыщенных дислокациями деформированных индивидов посредством перемещения границ [2, 3]. В результате формируются дуниты со средне- и крупнозернистой микроструктурами, плавными и прямолинейными границами зерен оливина, часто сходящимися под углом 120° . Новообразованный оливин отличается отсутствием признаков пластических деформаций и имеет однородное погасание. В условиях осевого сжатия формируются петроструктурные узоры с Np-максимумом, нормальным к плоскости пластического течения. При этом упорядоченность узора, очевидно, обусловлена величиной внешнего напряжения, температурой и длительностью процесса.

Таким образом, проведенный петроструктурный анализ оливина в дунитах позволил выявить предпочтительные узоры ориентировок оптических осей этих минералов, которые отражают термодинамические условия и последовательность пластических деформаций ультрамафитов на различных этапах их формирования.

Литература

1. Добрецов Н.Л., Молдавцев Ю.Е., Казак А.П., Пономарева Л.Г., Савельева Г.Н., Савельев А.А. Петрология и метаморфизм древних офиолитов на примере Полярного Урала и Западного Саяна. – Новосибирск: Наука, 1977. – 223 с.
2. Николая А. Основы деформации горных пород. – М.: Мир, 1992. – 168 с.
3. Чернышов А.И. Ультрамафиты (пластическое течение, структурная и петроструктурная неоднородность). – Томск, 2001. – 216 с.

ИССЛЕДОВАНИЕ ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЙ ОЗ. КОК-ХОЛЬ (ТЫВА)

Е.В. Клеванцева

Научные руководители доцент Г.В. Ныш, старший преподаватель Т.Е. Мартынова
Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Летом 2011 года были взяты образцы лечебной грязи и соли озера Кок-Холь. Кок-Холь, или Синее озеро, находится в степях республики Тыва в 3 км западнее озера Дус-Холь (Сватиково). Свое название получило от монгольского слова "хак" – солончак. Озеро Кок-Холь имеет очень интересное строение. Размеры озера примерно 800 на 1500 метров. Его берега и дно сложены черной и серой грязью, толщина слоя порой достигает до 1 м. Под толщей грязи можно почувствовать мощный слой соли. Соль и глина озера Кок-Холь

используется в лечебных и косметических целях. Особенно ценна черная пластичная грязь, которая по цвету, консистенции и содержанию органических соединений приближается к лучшим сортам лечебной грязи [4].

Актуальность. Озеро Кок-Холь очень экзотическое место для отдыха и оздоровления. Основным источником здоровья, за которым сюда обычно приезжают, является лечебная грязь [5]. К сожалению, об этих краях людям мало что известно, поэтому озера республики Тыва не самые популярные места для отдыха и туризма, но имеют большие перспективы. Озеро Кок-Холь, пользующееся большой популярностью у местного населения, не изучено с научной точки зрения. Исследование природных материалов может послужить первым шагом к развитию инфраструктуры в окрестностях озера Кок-Холь.

Цель работы: комплексное исследование свойств и состава лечебной грязи и соли озера Кок-Холь.

Задачи исследования: освоить физико-химические методы анализа; определить элементный состав соли и минеральной составляющей лечебной грязи рентгенофлуоресцентным (РФА) анализом; установить содержание катионов и анионов в солевом растворе методами ионно-обменной хроматографии; провести полный химический анализ минеральной составляющей грязи; провести комплексный дифференциальный термический и термогравиметрический анализ. Сделать вывод о целесообразности и перспективности проведения дальнейших исследований.

В процессе выполнения исследований методом ионной хроматографии определили состав катионов и анионов в солевом растворе на приборах ICS-1000 и ICS-2000 «Dionex», США [1]. Суть данного метода заключается в разделении ионов на анионы и катионы, основываясь на ионных взаимодействиях.

Данные анализа представлены в таблицах 1, 2.

Таблица 1

Катионная составляющая раствора соли

№ пробы	Катионы	мг/дм ³	Мг-экв/дм ³	мг-экв, %
1	Ca ²⁺	129,2	6,46	0,68
2	Mg ²⁺	30,48	2,54	0,39
3	Na ₊	14900,5	647,83	98,72
4	K ⁺	17,18	0,44	0,07
5	NH ⁴⁺	17,82	0,99	0,15

Таблица 2

Анионная составляющая раствора соли

№ пробы	Анионы	мг/дм ³	мг-экв/дм ³	мг-экв, %
1	Cl ⁻	284,4	8,01	1,25
2	SO ₄ ²⁻	30850,4	629,6	97,92
3	HCO ₃ ³⁻	268,4	4,4	0,68
4	NO ₃ ³⁻	12,7	0,21	0,03
5	CO ₃ ²⁻	24	0,77	0,12

По данным ионной хроматографии соль на 98% состоит из сульфата натрия – глауберовой соли [2]. Титриметрическим методом определены карбонат и гидрокарбонат ионы в растворе соли [3].

С помощью метода химического анализа была изучена минеральная составляющая лечебной грязи [3]. Результаты данного анализа представлены в таблице 3.

Таблица 3

Содержание минеральной части глины (% на сухое вещество)

	ППП	SiO ₂	Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	CaO	MgO
Глина оз. Кок-Холь	28,46	7,1	2,9	46,41	8,921	3,2
Пределы колебаний [6]		1...29,2	2,16...13,67	0,34...5,28	3,6...38	0,94...2,41

Примечание: PPP – количество вещества, которое теряет навеска при нагревании до 1000°C.

Также был проведен рентгенофазовый анализ (РФА) грязи донных отложений озера Кок-Холь. РФА – разновидность структурного анализа. Позволяет установить наличие соединений в образце в кристаллическом виде. Анализ производился на анализаторе ДРОН-4-13. Результаты данного анализа показали, что в большом количестве в составе грязи содержатся такие минералы как каолинит, монтмориллонит, мусковит, алунит, галит и кальцит [8].

В конце исследований был проведен комплексный дифференциальный термический и термогравиметрический анализ. Данный анализ позволил убедиться в присутствии ранее определенных минералов, а так же дал основания утверждать, что органика, присутствующая в грязи, находится в кристаллическом виде [7].

Далее был проведен рентгенофлуоресцентный анализ образцов. Данный анализ – один из современных спектроскопических методов элементного анализа, основан на определении и последующем анализе спектра, полученного путём воздействия на исследуемый материал рентгеновским излучением. Анализ производился на анализаторе Innox-50(США). Его применение произведено в первую очередь с целью определения количественного содержания тяжелых металлов и других ядовитых элементов, способных нанести вред человеческому здоровью. Данные рентгенофлуоресцентного анализа представлены в таблице 4.

Таблица 4

Элементный состав грязи донных отложений оз. Кок-Холь

Определяемый элемент:	S	Cl	K	Ca	Fe	Zn	As	Sr
Содержание в соли (г/кг)	12,563	53,626	2,237	83,381	8,195	876	2,581	2,990
Содержание в глине (г/кг)	58,757	4,608	0,438	1,354	0,439	0,042	< LOD	0,043

Данные, полученные рентгенофлуоресцентным анализом, были сравнены с нормами ПДК. Результаты показали, что всевозможные вредные элементы находятся в допустимых концентрациях.

Выводы.

1. Проведена часть комплексного исследования донных отложений озера Кок-Холь.
2. Освоены физико – химические методы исследования (рентгенофлуоресцентный, РФА, комплексный дифференциальный термический и термогравиметрический, ионной хроматографии)
3. Проведен комплексный химический анализ грязи для определения оксидного (химического) состава минеральной составляющей. Определены процентное содержание оксидов кремния, железа (III), алюминия, кальция и магния, а также существенные потери при прокаливании (разложение органоминеральной составляющей и некоторых минералов). В химическом составе выявлено резкое преобладание глинозема. В составе грязи алюминий концентрируется в алюмосиликатных и сульфатных фазах. Рентгенофазовый анализ и комплексный дифференциальный термический и термогравиметрический анализ показали, что основными минералами в составе грязи являются каолинит, монтмориллонит с преобладанием алунита. На основании результатов рентгенофлуоресцентного анализа, выявивших содержание редких и рассеянных компонентов, можно сказать, что в исследуемых образцах вредные для здоровья человека элементы содержатся в допустимых концентрациях.

4. Методом ионной хроматографии установлен состав катионов и анионов в солевом растворе. Преобладающими являются натрий и сульфат-анион. Соль на 98 % состоит из сульфата натрия, что позволяет назвать её глауберовой солью. Определена щелочная среда (рН = 8,2) солевого раствора при концентрации 6 %. Жесткость солевого раствора: $(Ca^{2+} + Mg^{2+}) = 6,46 + 2,54 = 9$ мг-экв/л.

Соль и грязь озера Кок-Холь можно использовать в лечебных и косметических целях. Ценная черная пластичная грязь по цвету, консистенции и содержанию органических и неорганических соединений соответствует лучшим сортам бальнеологической лечебной грязи.

В заключение автор приносит благодарность В.А. Кутугину, ассистенту кафедры технологии силикатов и наноматериалов, и М.Г. Камбалиной, м.н.с. НОЦ «Вода» ИПР ТПУ, за помощь в практическом освоении методов анализа вещества и обсуждение полученных результатов.

Литература

1. Шпигун О.А., Золотов Ю.А. Ионная хроматография и её применение в анализе вод. – М.: Изд-во МГУ, 1990.
2. Бахман В.И., Крапивина С.С., Анализ минеральных вод. – М., 1980.
3. Осипова Н.А. Методы оценки качества водных объектов. – М.: Из-во ООО «Дельтаплан», 2004.
4. Вакалова Т.В. Химический анализ в технологии силикатов. / Методические указания. – Томск: Изд-во ТПУ, 1994.
5. <http://www.bigcountry.ru/>
6. Вакалова Т.В. Химический анализ в технологии силикатов / Методические указания. – Томск: Изд-во ТПУ, 1994.
7. Топор Н.Д., Огородова Л.П., Мельчакова Л.В. Термический анализ минералов и неорганических соединений. – М.: Изд-во МГУ, 1987.
8. Бутт Ю.М и Тамашев В.В. Практикум по химической технологии вяжущих материалов / Учебное пособие для химико-технологических специальностей вузов. – М.: Высшая. школа, 1973.

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ХЛОРИДОВ, СУЛЬФАТОВ, КАРБОНАТОВ И АЛЮМОСИЛИКАТОВ В ГАЛОПЕЛИТАХ СТАРОБИНСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

А.В. Кондратенко

Научный руководитель ассистент И.И. Шишкова

*Гомельский государственный университет имени Франциска Скорины, г. Гомель,
Беларусь*

В сложенной соленосной толще Старобинского месторождения калийных солей наряду с каменной солью, сильвинитами и карналлитовой породой принимают участие несоляные породы сложного состава, так называемые галопелиты или соляные глины. Они образуют либо прослои или слои мощностью от долей миллиметра до нескольких десятков сантиметров, чередующиеся с прослоями и слоями соляных пород, либо слагают мощные (до 30...40 м) не соляные пачки, чередующиеся с пачками соляных пород.

Изучение вещественного состава галопелитов – первостепенная задача их исследования, связанная, прежде всего, с тем, что галопелиты входят в состав сильвинитовой руды, подвергаемой обогащению. Количество и состав галопелитового материала влияют на особенности технологической схемы обогащения. Имеющиеся в галопелитах карбонатные и сульфатные минералы способствуют образованию в воде прочных крупнодисперсных агрегатов. Высокое содержание некоторых растворимых солей и, прежде всего, хлористого магния ухудшает процесс флотации. Кроме того, не зная состава галопелитов, нельзя получить полного представления об условиях формирования не только отдельных галопелитовых слоев и пачек, но и соленосной толщи в целом. Состав галопелитов является очень чутким индикатором, отражающим изменения условий осадконакопления.

Для калийных горизонтов характерно различное содержание галопелитов. I и IV горизонты содержат большое количество галопелитового материала. В III горизонте наибольшее его количество в средней части – глинисто-карналлитовом пласте, а в нижнем и верхнем сильвинитовых пластах – оно заметно снижается. II горизонт характеризуется наименьшей насыщенностью галопелитовым материалом.

Исследование состава галопелитов по различным ритмам и пластам калийных горизонтов позволило уловить некоторые специфические черты и закономерности его изменения по разрезу.

Галопелиты калийных горизонтов Старобинского месторождения обычно имеют серую, темно-серую, светло-серую, зеленовато-серую окраску. Породы в различной степени плотные, с массивной или полосчатой микротекстурой.

У наиболее плотных, однородных разностей наблюдаются нечетко выраженный раковистый излом. Галопелиты в одних случаях не содержат видимых включений, в других – количество их значительное. Включения представлены отдельными зернами или скоплениями зерен галита, сильвина и карналлита. Иногда наблюдаются секущие трещины, выполненные обычно поперечно-волокнистым или зернистым галитом, реже – сильвином и карналлитом. Повсеместно галопелиты содержат органическое вещество.

В составе галопелитов, кроме глинистых алюмосиликатных минералов, находятся и хемогенные минералы: кальцит, доломит, ангидрит и легко растворимые хлориды натрия, калия, магния и кальция.

Результаты анализа галопелитов I калийного горизонта показали следующие содержание основных компонентов в этих породах (табл. 1).

Таблица 1

Содержание основных компонентов в галопелитах I калийного горизонта

Место отбора образцов галопелитов I калийного горизонта	Пределы колебаний содержаний, %			
	хлориды	сульфаты	карбонаты	алюмосиликатный материал
Разведочные скважины на площади Старобинского месторождения	6,48...26,89	4,42...16,29	13,67...27,37	42,12...65,37
Шахтный ствол № 3 (III шахтное поле)	6,3...27,94	4,35...13,93	9,50...26,40	42,46...62,12

Из таблицы 1 видно, что количества отдельных компонентов в галопелитах всего месторождения и его северо-восточной части (III шахтного поля) очень близки.

Содержание этих же компонентов в галопелитах II калийного горизонта следующее (табл. 2).

Из приведенных данных видно, что галопелиты II горизонта на площади всего месторождения имеют очень сходный состав и лишь на северо-востоке (на III шахтном поле) несколько возрастает содержание хлоридов.

Содержание основных компонентов в галопелитах III горизонта на различных шахтных полях Старобинского месторождения дано в таблице 3.

Таблица 2

Содержание основных компонентов в галопелитах II калийного горизонта

Место отбора образцов галопелитов II калийного горизонта	Пределы колебаний содержаний, %			
	хлориды	сульфаты	карбонаты	алюмосиликатный материал
I шахтное поле	7,94...56,20	1,33...7,70	6,80...30,30	36,68...78,00
II шахтное поле	8,32...59,51	1,77...9,23	5,60...29,50	41,14...79,77
III шахтное поле	8,46...61,89	1,05...14,91	3,4...27,1	27,57...77,64

Таблица 3

Содержание основных компонентов в галопелитах III калийного горизонта

Место отбора образцов галопелитов III калийного горизонта	Пределы колебаний содержаний, %			
	хлориды	сульфаты	карбонаты	алюмосиликатный материал
I шахтное поле	12,95...66,77	2,16...29,82	6,40...23,9	23,24...56,49
II шахтное поле	14,64...58,46	4,88...26,06	5,30...23,20	25,60...57,30
III шахтное поле	12,72...59,05	3,13...33,88	6,40...26,00	24,80...62,0

В южной части месторождения (I шахтное поле) в галопелитах отмечается наибольшее количество хлоридов. В распределении сульфатов и карбонатов различий не наблюдается. Наименьшее содержание алюмосиликатного материала устанавливается в пределах I шахтного поля.

Средние содержания основных компонентов в галопелитах IV калийного горизонта показаны в таблице 4.

Таблица 4

Содержание основных компонентов в галопелитах IV калийного горизонта

Место отбора образцов галопелитов IV калийного горизонта	Пределы колебаний содержаний, %			
	хлориды	сульфаты	карбонаты	алюмосиликатный материал
I шахтное поле	4,40...12,93	19,28...28,48	12,80...17,70	48,32...57,80
II шахтное поле	7,48...14,85	17,62...22,80	12,50...21,0	53,47...58,46
III шахтное поле	3,48...7,18	13,06...26,52	21,60...29,0	43,74...55,59

Сравнение данных по содержанию основных компонентов в галопелитах всех четырех горизонтов показывает, что наименьшее количество хлоридов обнаруживается в галопелитах IV горизонта, наибольшее – II и III. Наименьшее количество сульфатов устанавливается в галопелитах II горизонта, несколько выше оно в галопелитах I и III горизонтов и самое высокое – в галопелитах IV горизонта. Содержание карбонатов в галопелитах всех горизонтов довольно близкое; количество алюмосиликатного материала в галопелитах I, II и IV горизонтов примерно одинаковое, а III значительно ниже.

Приведенные материалы по изучению вещественного состава галопелитов в калийных горизонтах Старобинского месторождения позволяет сделать следующие выводы.

Галопелиты всех горизонтов сложены одним и тем же набором минеральных компонентов: хлоридами натрия, калия, магния и кальция; сульфатом кальция; карбонатами кальция и магния (кальцит и доломит) и алюмосиликатным материалом – глинистым веществом.

Отдельные горизонты и части их характеризуются лишь различным содержанием и соотношением этих компонентов. Наибольшим содержанием хлоридов отличается IV горизонт. Галопелиты этого горизонта отличаются пониженным количеством всех хлоридов. Несколько больше хлоридов в галопелитах I горизонта. При этом, наиболее высокое содержание их устанавливается в галопелитах нижнего и верхнего силвинитовых пластов, что обусловлено присутствием в них большого количества хлористого калия.

Значительно более высоким содержанием хлоридов отличаются галопелиты II и III горизонтов. Наиболее высокое содержание хлоридов по разрезу III горизонта устанавливается в галопелитах глинисто-карналлитового и верхнего силвинитового пластов. Это связано со значительным количеством в них хлористого калия.

Среднее содержание карбонатов в галопелитах отдельных горизонтов колеблется в сравнительно узких пределах и максимальных значений достигает в IV горизонте. В пределах I и II горизонтов количество карбонатов довольно постоянное. Из карбонатных минералов в галопелитах соляной толщи Старобинского месторождения присутствуют кальцит и доломит. В галопелитах I, II и IV горизонтов преобладает кальцит, в галопелитах III горизонта – доломит. Состав алюмосиликатной части галопелитов соленосной толщи Старобинского месторождения следующий: преобладают гидрослюда с небольшой примесью хлорита или монтмориллонита. Сравнение состава галопелитов всех горизонтов показывает, что они формировались в сходных условиях.

**ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ ПОЙМЕННОГО АЛЛЮВИЯ РЕК БЕЛАРУСИ
(НА ПРИМЕРЕ РЕКИ СОЖ)****А.В. Кондратенко, Т.А. Мележ, В.С. Рудько**

Научный руководитель доцент А.И. Павловский

*Гомельский государственный университет имени Ф. Скорины, г. Гомель,
Беларусь*

Изучение аллювиальных отложений имеет важное значение в познании строения, состава и истории развития земной коры и биосферы, поскольку с деятельностью рек связаны эрозия горных пород, миграция, дифференциация и аккумуляция вещества, создание специфических форм рельефа и ландшафта, процессы литогенеза и рудообразования. Аллювиальные отложения – важный элемент при палеогеографических реконструкциях и геологической корреляции.

Поймы равнинных рек обладают значительными запасами минерально-сырьевых ресурсов, в них сосредоточены значительные объемы строительных песков, глин, каолинитов, сапропелей и т.д.

Долина реки Сож протянулась в пределах Республики Беларусь на 493 км, глубина вреза изменяется от 15 до 25 м. Значения возрастают в низовьях. Ширина долины изменяется от 1...2 до 10 км. Мощность аллювиальных отложений составляет в среднем 8...10 м (максимально до 15 м). Общий объем долины составляет $31 \cdot 10^9 \text{ м}^3$, а объем накопившегося аллювия около $19 \cdot 10^9 \text{ м}^3$.

Для исследований выбран участок поймы реки Сож у города Гомеля (рис.), сформировавшийся в голоцене и представляющий собой сложный аллювиальный комплекс поэтапного формирования поймы, за счет устойчивого правостороннего смещения русла к коренному борту. Рельеф поймы сегментно-гравистый, представляющий собой чередование дугообразных грив высотой до 4 м, и межгривных понижений, занятых старичными озерами и заболоченными участками. Русло реки имеет ширину порядка 200 м со средними глубинами 1...3 м. Мощность аллювия составляет 8...10 м. Урез воды 116,0 м, а высота поймы 1,5...4,5 м. Аллювиальные отложения представлены переслаивающимися разнозернистыми песками с тонкими прослоями супеси.

На участке прирусловой поймы в узле слияния рек Сож – Ипать в шурфе сверху вниз вскрываются следующие аллювиальные отложения: слой 1: песок мелкозернистый полевошпатово-кварцевый, техногенного генезиса; слой 2: суглинок серый, мощность – 1 см; слой 3: песок полевошпатово-кварцевый с крупными включениями органических остатков, мощность – 5,5...6,5 см; слой 4: песок сильно ожелезненный мелкозернистый полевошпатово-кварцевый, мощность – 2,5...3 см; слой 5: песок серый тонко- и мелкозернистый с прожилками ожелезнения; мощность – 8...10 см; слой 6: песок кварцевый среднезернистый серовато-белый; мощность – 5...7 см; слой 7: песок бежевый полевошпатово-кварцевый, среднезернистый, видимая мощность – 40 см.



Рисунок. Фрагмент космоснимка (место отбора проб), 2010 г.

Определение гранулометрического состава проводилась в соответствии с ГОСТ – 12536-79 (табл.).

Анализ гранулометрического состава в изучаемом разрезе свидетельствует о том, что формирование аллювиальной толщи в основном происходит в периоды половодий, когда резко возрастает живая сила потока за счет увеличения массы воды и содержания наносов. Скоростное поле потока резко дифференцировано по вертикали и горизонтали, что связано с разной шероховатостью поверхности поймы (растительность, открытые участки и т.д.).

Таблица

Гранулометрический и минералогический состав русловой фациаллювия в узле слияния Сож – Ипать

Ситовой анализ сухого грунта				
№ пробы	Вес пробы, г	Фракция, мм	Вес фракции, г	Минеральный состав, %
1	150,70	5-2	30,40	роговая обманка – 40 , кварц – 25, полевошпат – 20, биотит и мусковит – 5
		2-1	35,20	кварц – 50, полевошпат – 30, песчаник – 10, амфиболы – 10
		1-0,5	25,00	кварц – 88, полевошпат – 7, амфиболы, роговая обманка – 5
		< 0,5	60,10	кварц – 98, полевошпат – 2
2	84,00	5-2	1,95	роговая обманка, амфиболы – 40, кварц – 33, полевошпат – 15, биотит – 7, лимонит – 4, пирит – 1
		2-1	2,65	кварц – 55, полевошпат – 25, роговая обманка, амфиболы – 10, песчаник – 5, пирит – 5
		1-0,5	29,05	кварц – 80, полевошпат – 15, песчаник – 5
		< 0,5	50,35	кварц – 98, полевошпат – 2
3	269,15	5-2	0,70	песчаник – 70, кварц – 20, полевошпат – 10
		2-1	3,90	кварц – 55, песчаник – 42, полевошпат – 3
		1-0,5	31,25	кварц – 92, полевошпат – 5, песчаник – 3
		< 0,5	149,30	кварц – 98, полевошпат – 2
4	37,00	5-2	0,20	песчаник – 80, полевошпат – 10, амфиболы – 7, кварц – 3
		2-1	1,90	песчаник – 85, кварц – 12, лимонит – 3
		1-0,5	7,00	песчаник – 90, полевошпат – 6, кварц – 4
		< 0,5	27,90	кварц – 97, амфиболы – 3
5	37,45	5-2		
		2-1	0,30	кварц – 80, роговая обманка – 9, песчаник – 5, полевошпат – 3, лимонит – 3
		1-0,5	9,25	кварц – 85, полевошпат – 10, роговая обманка – 3, лимонит – 2
		< 0,5	27,90	кварц – 99, полевошпат – 1
6	121,50	5-2		
		2-1		
		1-0,5	0,60	кварц – 80, песчаник – 15, полевошпат – 4, биотит, мусковит – 1
		< 0,5	120,90	кварц – 95, полевошпат – 4, биотит и мусковит – 0,5, роговая обманка – 0,5
7	150,05	5-2		
		2-1	0,95	кварц – 40, полевошпат – 40, песчаник 10, амфиболы – 9, кальцит – 1
		1-0,5	19,00	кварц – 88, полевошпат – 7, роговая обманка – 4, мусковит и биотит – 1
		< 0,5	130,10	кварц – 98, полевошпат – 2

В разрезе это проявляется в виде переслаивания разнозернистых песков и суглинка и слабовыраженной косой и волнистой слоистости отложений. Суглинки и тонкозернистые пески накапливались при малых скоростях движения воды, а среднезернистые пески при более высоких. Весь комплекс вскрытых отложений представляет пойменную фацию перстративного (переслаивающегося) аллювия. Минеральный состав исследуемых отложений указывает на то, что идет процесс переотложения собственного аллювия рек Сож – Ипать в узле их слияния.

Процесс накопления аллювия имеет прерывисто-непрерывный характер. Скорость накопления и мощность различных пачек аллювия в основном зависит от объемов стока воды и наносов. Эти показатели на протяжении голоцена изменялись в соответствии с ритмическими колебаниями климата, а в последние 200 лет решающую роль играет антропогенный фактор.

ПОЛЕВЫЕ ШПАТЫ В ГРАНИТНЫХ ПЕГМАТИТАХ СРЕДНЕГО И ЮЖНОГО УРАЛА**Е.А. Коновальчик****Научный руководитель доцент О.Ю. Перфилова
Сибирский Федеральный университет г. Красноярск, Россия**

Пегматиты очень интересные важные в практическом отношении и до сих пор не до конца изученные образования. В работе рассмотрены особенности состава амазонитовых пегматитов Ильменского заповедника (Южный Урал) и Липовского пегматитового поля (Средний Урал).

Цель работы: изучить состав и структурную упорядоченность полевых шпатов, являющихся породообразующими минералами этих пегматитов, уточнить природу окраски амазонита.

В пегматитах Липовского пегматитового поля (экзоконтакт Адуйского гранитного массива) наиболее развиты графическая и блоковая зоны при почти полном отсутствии аплитовой. Размер выделений породообразующих минералов в блоковой зоне пегматитов колеблется от 1...2 до 7...10 см. В составе резко преобладают микроклин (желтовато-розовой, светло-желтой, реже – светло-зеленой окраски), плагиоклаз, отвечающий по составу альбит-олигоклазу, и кварц. Слюдь представлены биотитом и замещающим его мусковитом. Типоморфные акцессорные минералы: турмалин (эльбаит), алмандин, апатит, монацит, ксенотим, циртолит, колумбит, молибденит. Вторичные изменения – слабая альбитизация, мусковитизация [1, 3]. Гранитные амазонитовые пегматиты, широко распространенные на Южном Урале, в том числе и на территории Ильменского заповедника, образуют многочисленные тела относительно простой плитообразной формы, однако внутреннее строение некоторых из них весьма сложное – хорошо развиты аплитовая, графическая и блоковая зоны, мощности каждой из которых различны в разных пегматитовых телах. Часто наблюдаются крупные полости с весьма совершенными очень крупными (до нескольких метров) кристаллами. Минеральный состав пегматитов этой группы исключительно разнообразен: в них насчитывается более 60 минералов. Главными породообразующими минералами, как и в пегматитах Липовского поля, являются щелочной полевой шпат (очень часто представленный зеленым амазонитом), кислый плагиоклаз и кварц. Слюдь – биотит и мусковит. Наиболее распространены (кроме породообразующих): топаз, берилл, фенацит, турмалин, колумбит, монацит и др. [2].

Таким образом, в минеральном составе пегматитов изучаемых участков резко преобладают полевые шпаты. Нередко в составе пегматитов отмечаются хорошо образованные кристаллы как плагиоклаза, так и КПШ.

Цвет пегматитов определяется окраской присутствующих в их составе полевых шпатов. Окраска пегматитов Липовского поля светлая желтовато-розовая или серовато-розовая, так как плагиоклаз в них чаще всего светло-серый с небольшими участками молочно белого цвета, заметными лишь при изучении с помощью лупы, а щелочной полевой шпат окрашен в различные оттенки желтовато-розового и розовато-бурого цвета. Амазонит наблюдается редко в виде мелких (до 1...1,5 см) изолированных участков зеленого цвета и/или пятен амазонита с неровными размытыми границами внутри кристаллов буровато-розового КПШ. Цвет Ильменских блоковых пегматитов более разнообразен в зависимости от окраски щелочного полевого шпата. Как и в липовских пегматитах, в них иногда преобладает щелочной полевой шпат, окрашенный в разные оттенки розового, буровато-розового и желтовато-розового цвета. Но гораздо чаще цвет этих пегматитов светло-зеленый или голубовато-зеленый, обусловленный присутствием крупных (1...12 см) кристаллов амазонита, иногда отчетливо зональных или пятнисто окрашенных. В последнем случае чередуются участки зеленого и светлого желтовато-розового цвета неправильной формы с размытыми границами. Кислый плагиоклаз (близкий по составу к чистому альбиту) чаще всего имеет белую окраску. Иногда в нем макроскопически хорошо видны двойниковые швы тонких полисинтетических двойников в виде штриховки на гранях. В отдельных случаях в центральных частях кристаллов плагиоклаза отмечаются участки более темной (светло-серой) окраски плагиоклаза, по составу отвечающего олигоклазу.

Вследствие гигантозернистой структуры в шлиф обычно попадают всего несколько зерен породообразующих минералов (рис. 1). В КПШ Ильменских пегматитов наблюдается четкое пертитовое строение. Пертиты распада твердых растворов чаще всего имеют удлиненную шнуroidную или четковидную форму. Кроме пертитов распада наблюдаются и более грубые пертиты замещения, иногда сложенные «шахматным» альбитом. Для КПШ из Липовских пегматитов микропертитовое строение устанавливается лишь при очень больших увеличениях. Относительное содержание пертитовой фазы в КПШ из пегматитов Липовского поля также значительно ниже по сравнению с пегматитами Ильменского заповедника, что подтверждается и данными рентгено-фазового анализа.

При петрографическом изучении шлифов было выявлено, что в амазонитовых Ильменских пегматитах присутствует три генерации плагиоклаза. Плагиоклаз наиболее ранней генерации серого цвета, по составу отвечающий олигоклазу, сформирован в начальную стадию кристаллизации пегматитов. Альбит второй генерации возник в результате распада твердых растворов и образует многочисленные тонкие пертиты в кристаллах амазонита. Наиболее поздним является сравнительно низкотемпературный альбит, слагающий грубые пертиты замещения в ранее образованном КПШ. Для Липовских пегматитов альбитизация менее характерна, плагиоклаз по составу отвечает олигоклазу. Наложенный альбит изредка слагает небольшие участки неправильной формы по периферии кристаллов олигоклаза.

С целью уточнения химического состава щелочных полевых шпатов (чтобы исключить влияние на их окраску микропримесей), а также для изучения структурной упорядоченности был проведен рентгеноструктурный, рентгеноспектральный анализ нескольких образцов, отобранных из разных по окраске зон

(зеленого и розового цвета) в кристаллах КПШ из блочных пегматитов Ильменского и Липовского пегматитовых полей.

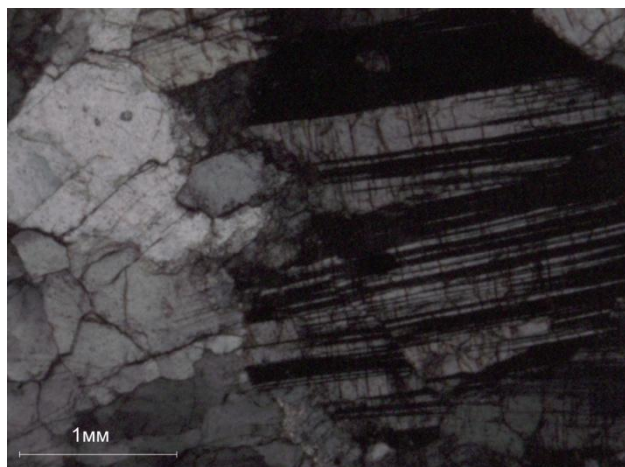


Рис. 1. Полевые шпаты Ильменского пегматитового поля. Слева – КПШ, справа – полисинтетически сдвойникованный плагиоклаз. С анализатором

Результаты рентгенофазового анализа (рис. 2) свидетельствуют о преобладании в составе изученных образцов щелочных полевых шпатов из пегматитов Ильменских гор и Липовского поля максимального микроклина со степенью триклинности 0,95 и 1 (85 % и 90,9 % соответственно). Содержание альбитового компонента в составе этих проб также несколько различается (8,78 % и 3,86 %). Вероятно, альбит в составе щелочного полевого шпата Липовских пегматитов присутствует в виде тончайших микро- и криптопертитов, заметных только при очень больших увеличениях при петрографическом изучении шлифов. Обнаружено присутствие во всех пробах незначительных количеств кальцита (менее 2 %) и магнезита (около 4 % и 3,5 %), вероятно, выполняющих тончайшие гидротермальные прожилки вдоль трещин в минералах. По данным рентгеновских методов анализа не обнаружено существенных отличий между составом и степенью упорядоченности КПШ зеленого цвета (амазонитом) и калишпатами светло-розовой и буровато-розовой окраски. Не выявлено в амазоните и заметных примесей химических элементов (например, свинца), с изоморфным вхождением которых в кристаллическую решетку можно было бы связать его окраску.

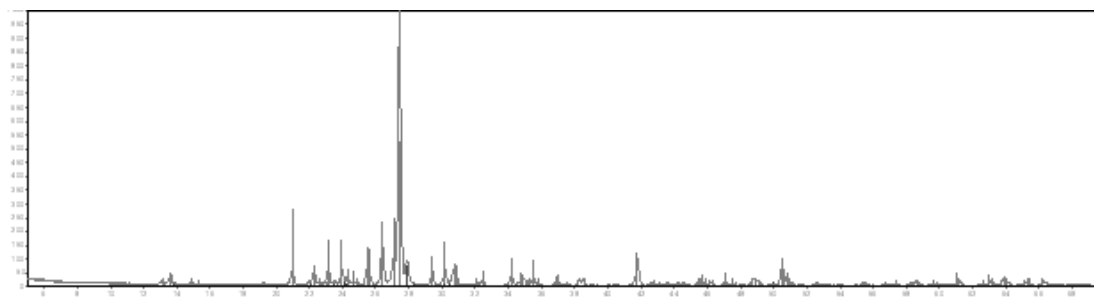


Рис. 2. Дифрактограмма зеленого КПШ (амазонита) из пегматита Ильменского заповедника

Таким образом, изученные пегматиты весьма близки по химическому и минеральному составу. Но для Ильменских пегматитов характерно присутствие, а нередко и резкое преобладание амазонитового микроклина, а в Липовских пегматитах амазонит встречается редко. Кроме того, пертиты в КПШ пегматитов Липовского поля имеют значительно меньшие размеры по сравнению с пертитам в аналогичном по цвету щелочном полевым шпате из пегматитов Ильменского заповедника. Более интенсивно в Южно-Уральских пегматитах проявлены и процессы альбитизации. К сожалению, пока недостаточно данных, чтобы корректно судить о причинах возникновения амазонитовой окраски щелочного полевого шпата в изучаемых пегматитах, поэтому в дополнение к ранее проведенным исследованиям сейчас продолжается изучение полевых шпатов на Федоровском столике, что в комплексе с данными рентгенометрических методов позволит более обоснованно судить о сходстве и различии состава полевых шпатов пегматитов Ильменских гор и Липовского пегматитового поля, термодинамических условиях их формирования, а также причинах появления в них амазонита.

Литература

1. Ерохин Ю.В. Полихромные турмалины и лепидолит из редкометалльных гранитных пегматитов Липовского жильного поля (Средний Урал) // Тр. ИГГ УрО РАН, 2011 – Вып. 158.
2. Ильменский государственный заповедник УрО РАН. – Геология и минералогия Ильменского заповедника <http://ilmeny.ru/content-view-6.html>.
3. Левин В.Я., Катъкалов А.В., Ласковенков А.Ф. Адуйский гранитный массив и связанные с ним месторождения / Путеводитель геологических экскурсий: XI Всероссийского петрографического совещания // Магматизм и метаморфизм в истории Земли. – Екатеринбург: Институт геологии и геохимии УрО РАН, 2010. – С. 4–20.

**СОСТАВ ГАЗОВОЙ ФАЗЫ МИНЕРАЛОВ ПЕРИДОТИТОВЫХ КСЕНОЛИТОВ
АВАЧИНСКОГО ВУЛКАНА КАК ПОКАЗАТЕЛЬ ФЛЮИДНОГО РЕЖИМА ШПИНЕЛЕВОЙ
ФАЦИИ НАДСУБДУКЦИОННОГО МАНТИЙНОГО КЛИНА**

Г.В. Кузнецов

Научный руководитель профессор В.Н. Шарапов

Институт геологии и минералогии имени В.С. Соболева СО РАН, г. Новосибирск, Россия

Перидотитовые ксенолиты Авачинского вулкана (Восточная Камчатка) представляют собой зафиксированные комплексы процессов преобразования деплетированных ультрабазитов шпинелевой фации в надсубдукционной зоне. Из выделяемых трёх породных ассоциаций ультрабазитовых включений [1] остановимся только на дунит-гарцбургитовой, изученной на вполне представительной коллекции, которая включает практически все описанные в литературе новообразованные метасоматические минералы [5], а также породные ассоциации со структурными формами проявления вторичных преобразований, выделенных в [2].

Существует несколько версий генезиса и преобразования ультраосновных пород литосферной мантии под Авачинским вулканом. Японские исследователи [5] полагают, что Авачинские гарцбургиты подвергнуты глубокой метасоматической переработке обогащенными кремнекислотой флюидами с превращением первичного высокомагнезиального оливина (Fo 87...92) во вторичные ортопироксены (En 70...90). Однако возможный состав и происхождение флюидов, а также изменение их физико-химических параметров во времени не рассматривается.

В работе [2] просматривается иная точка зрения на петрогенезис ультрабазитовых включений в базальтах Камчатских вулканических дуг. Возможно, перидотиты следует относить к плутоническим аналогам вышедших их вулкаников из области существования первичных очагов, питающих вулканы. Следовательно, это продукты магматических процессов в гетерофазных очагах, где расплавы обогащены флюидами, на что указывают наличие амфиболитовых ассоциаций, а так же кислые (SiO₂ 46...64 вес. %) пузыристые стёкла [5, 6].

Одним из способов разрешения существующей дискуссии о генезисе перидотитовых ксенолитов является изучение расплавных и флюидных включений, а также интерстициальных стёкол, зональных плагиоклаз-амфиболовых оторочек (развивающихся на контакте ксенолита с вмещающей породой и содержащих вторичные оливины (Fo 83...87, Ol-II) и вспененные стёкла), и прожилков метасоматического ортопироксена Орх-II [4]. В данной работе приводятся фактические данные как о флюидных (газово-жидких) включениях, которые в большом количестве выявлены во всех минералах: оливинах, клино- и ортопироксенах, амфиболах, а также шпинели и представлены водно-углекислотными и карбонатно-водно-солевыми (хлоридными) включениями [6], так и валовом составе флюидов в этих минералах.

С использованием методики [3] декрепитирования минералогических фракций (T ≈ 1000°C) хроматографически были определены валовые составы газов как первичных, так и вторичных минералов перидотитов. При проведении аналитических исследований главное внимание обращено на прослеживание трендов в зональности составов минералов и содержащихся в них газов: Ol-I+Орх-I в первичных перидотитах → Орх-II+Срх → Ol-II+Амф в метасоматизированных перидотитах (рис. 1, 2). Существенно то, что во включениях Орх-II и Срх обнаружен твёрдый углерод, при этом в составе газовой фазы, помимо H₂O, CO, CO₂ и N₂, обнаружен ряд углеводородов CH₄ – C₃H₁₂.

Таблица

*Модуль «обводнённости» и модуль «окисленности» минералов первичных
(Ol-I, Орх-I) и метасоматизированных (Ol-II, Орх-II, Срх и Амф) перидотитов Авачинского вулкана*

Минерал	H ₂ O/Σ(CO ₂ +CO+H ₂ +N ₂ +CH ₄)	CO ₂ /Σ(CO+H ₂ +N ₂ +CH ₄)
Ol-I	0,76	0,40
Орх-I	0,72	0,28
Орх-II	2,87	0,84
Срх	1,55	0,26
Ol-II	2,53	6,06
Амф	2,59	2,46

Изученные валовые составы газов свидетельствуют о следующем.

1) Среда кристаллизации вторичных метасоматических минералов (Орх-II, Срх, Ol-II, Амф) была высоко газонасыщенной.

- 2) Во флюиде присутствовали восстановленные газы (H_2 , CO , CH_4 , $C_2H_{4,6}$, C_3H_8 , C_4H_{10} , C_5H_{12}).
- 3) Отношение воды к другим компонентам указывает на обводненность флюида.
- 4) Модуль восстановленности системы (отношение CO_2 к другим газам) при кристаллизации Орх-II и Срх указывает на восстановительную характеристику флюида.
- 5) Наличие во включениях углерода, солей и карбонатов также подтверждает восстановительные условия кристаллизации вторичных минералов.

Из полученных данных о составе флюидов следует, что исследованные ксенолиты, по-видимому, представляют собой продукты многостадийного/многоэтапного метасоматического преобразования в зоне глубинного разлома пород деплетированной литосферы над исходным магматическим очагом, в котором происходит ретроградное кипение базитовой магмы. Можно предположить последовательное воздействие эволюционирующих по составу потоков магматических флюидов от восстановленных к более окисленным:

- воздействие восстановленных флюидов, не содержавших достаточные концентрации SiO_2 (перекристаллизация первичного оливина),
- переплавление метасоматизированных гарцбургитов с привнесом Al_2O_3 , CaO , Na_2O , Cr и ряда других компонентов, воздействие которых привело к образованию локальных участков пироксенитов, и далее к формированию метасоматических прожилков и гнёзд вторичного Орх-II с многочисленными флюидными и расплавленными включениями.

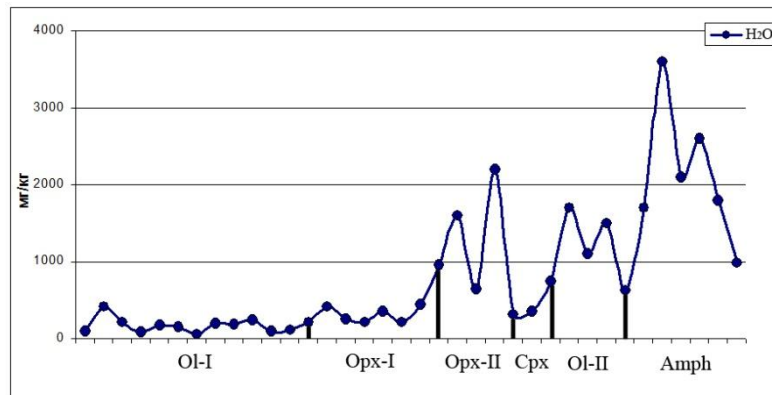


Рис. 1. Содержание воды в минералах первичных (ОI-I, Орх-I) и метасоматизированных (ОI-II, Орх-II, Срх и Amph) перидотитов Авачинского вулкана

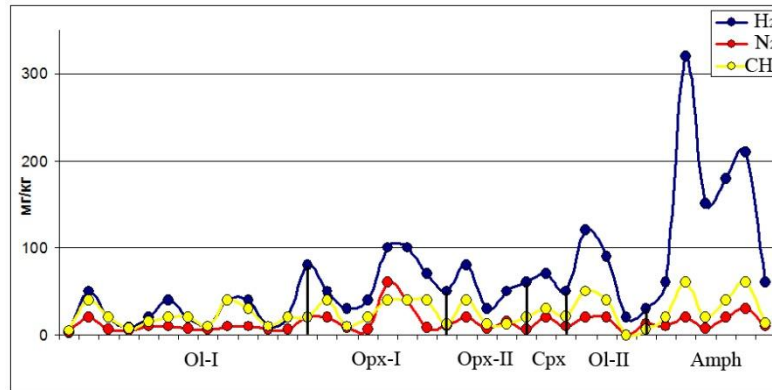


Рис. 2. Содержание газов в минералах первичных (ОI-I, Орх-I) и метасоматизированных (ОI-II, Орх-II, Срх и Amph) перидотитов Авачинского вулкана

Литература

1. Колосков А.В. Ультраосновные включения и вулканиты как саморегулирующаяся геологическая система. – М.: Научный мир, 1999. – 220 с.
2. Колосков А.В., Пузанков М.Ю., Пирожкова Е.С. Включения в базальтоидах островных дуг: к проблеме состава и генезиса переходного слоя «коро-мантийной смеси» // Геодинамика и вулканизм Курило-Камчатской островодужной системы. – Петропавловск-Камчатский: ИВГиГ ДВО РАН, 2001. – 428 с.
3. Осорин Н.Ю. Хроматографический анализ газовой фазы в минералах. – Новосибирск: 1990. – 10 с.
4. Шаратов В.Н., Томиленко А.А., Кузнецов Г.В., Ковязин С.В. О конвективном плавлении литосферных пород шпинелевой фации над сейсмофокальной зоной Курило-Камчатского региона: Тезисы IV Всероссийского симпозиума по вулканологии и палеовулканологии., 2009.

5. Ishimaru S., Arai S., Ishida Y., Shirasaka M., Okrugin V.M. Melting and Multi-stage Metasomatism in the Mantle Wedge beneath a Frontal Arc Inferred from Highly Depleted Peridotite Xenoliths from the Avacha Volcano, Southern Kamchatka // *Journal of Petrology*, 2007 – V. 48 (2). – P. 395–433.
6. Tomilenko A.A., Kovyazin S.V., Sharapov V.N., Timina T.Yu., Kuzmin D.V. Metasomatic recrystallization and melting of ultrabasic rocks of mantle wedge beneath Avacha volcano, Kamchatka // *ACROFI III & TBG XIV*. – Novosibirsk, 2010. – P. 248–249.

ПЕТРОСТРУКТУРНЫЕ ТИПЫ ПЛАСТИЧЕСКИ ДЕФОРМИРОВАННЫХ ДУНИТОВ ТАРЛАШКИНСКОГО МАССИВА И ИХ СВЯЗЬ С МЕХАНИЧЕСКИМИ СВОЙСТВАМИ

А.С. Кульков

Научный руководитель профессор А.И. Чернышов

Национальный исследовательский Томский государственный университет, г. Томск, Россия

Анализ состояния структуры гетерофазных материалов осуществляется достаточно широко. Однако большинство исследований в этой области касаются металлов и сплавов, изучение же хрупких материалов, как правило, ограничивается только данными о физико-механических характеристиках. На сегодняшний день нет полной ясности в вопросе о механизмах деформирования и их связи с состоянием тонкой кристаллической структуры. Особое значение для экстраполяции данных по горным породам приобретают результаты экспериментального исследования эволюции их микроструктуры и предпочтительной ориентировки породообразующих минералов, приобретаемых в процессе пластических деформаций.

В настоящей работе проведено комплексное физико-петрологическое исследование ультраосновных пород с применением петроструктурных и физических методов оценки изменения параметров их тонкой кристаллической структуры с целью последующей реконструкции термодинамических условий их пластического деформирования. Подобное исследование является актуальным с точки зрения теоретического и экспериментального обоснования процессов перемещения пород в земной коре и направлено на изучение сложной проблемы – понимание механизмов их пластической деформации.

Объектом исследования явились дуниты Тарлашкинского массива, претерпевшие интенсивные пластические деформации с образованием их различных петроструктурных типов: протогранулярного, порфирикластового и мозаичного [1]. Их последовательность отражает возрастание степени деформации [2].

Протогранулярный тип микроструктуры оливина обычно пользуется ограниченным распространением в массиве и устанавливается, преимущественно, в его центральной части. Этот тип дунита сложен, преимущественно, крупными индивидами. Крупные зерна оливина в этом типе отличаются максимальными размерами (до 13 мм). Этот тип обладает наименьшей удельной поверхностью зерен оливина, а также минимальной степенью ориентации минеральных индивидов (табл. 1). Протогранулярный оливин отличается незначительным проявлением пластических деформаций в виде волнистого погасания и единичных полос пластического излома, возникающих при трансляционном скольжении. Для этого типа выявляется средний размер зерен 3.8 мм, при этом средний размер кристаллитов, отражающих размеры структурных элементов на микроуровне, равен 120 нм. Этот тип характеризуется следующими физическими свойствами: модуль Юнга для него минимален – 5 ГПа (табл. 2), что свидетельствует о его малой упругости, предел текучести также отличается минимальным значением – 32 МПа (табл. 2), он характеризует начало пластической деформации относительно других типов. Пластическая деформация имеет самое низкое значение, также как и предел прочности для данного типа.

Порфирикластовый тип микроструктуры оливина пользуется наибольшим распространением в Тарлашкинском массиве. Этот тип дунита сложен примерно равными количествами крупных порфирикластовых зерен оливина и рекристаллизованных мелких индивидов. Формирование микроструктуры этого типа связано с интенсивной синтетектонической рекристаллизацией зерен оливина протогранулярного типа. В результате крупные пластически деформированные порфирикласты (3...4 мм и более) оказываются среди мелкого мозаичного агрегата (0.5...0.9 мм). Для них характерна субизометричная, либо линзовидная форма, отмечается их предпочтительная ориентировка. В этом типе для порфирикластовых зерен отмечается увеличение удельной протяженности и существенное возрастание степени их ориентации (табл. 1). При этом, удельная протяженность границ мелких рекристаллизованных зерен становится очень высокой, а степень их ориентации существенно ниже, чем у крупных порфирикласт. Оливин в этом типе отличается существенным проявлением пластических деформаций в виде резко выраженного волнистого погасания и многочисленных полос пластического излома, возникающих при трансляционном скольжении, а также интенсивным проявлением синтетектонической рекристаллизации. Для этого типа выявляется средний размер зерен 2.25 мм, при этом средний размер кристаллитов отражающих размеры структурных элементов на микроуровне равен 108 нм. Для этого типа модуль Юнга возрастает до 26 ГПа (табл. 2), что свидетельствует о росте упругости образца, предел текучести существенно увеличивается до 59 МПа (табл. 2). Пластическая деформация до начала разрушения имеет максимальное значение для этого типа.

Мозаичный тип. Этот тип оливина пользуется незначительным распространением и приурочен к краевым частям массива. Дуниты с мозаичной структурой характеризуются наличием равномерно зернистого мозаичного агрегата зерен оливина, среди которых отмечаются редкие порфирикластовые зерна оливина. Оливин имеет субизометричную, линзовидную форму. Размер зерен преимущественно менее 0,9 мм. Для него характерны неоднородное погасание и полосы сброса, ориентированные под углом к удлинению индивидов.

Этот тип обладает максимальной удельной протяженностью зёрен оливина и слабой степенью ориентации (табл. 1). Для этого типа средний размер зерен минимален – 0,4 мм, при этом средний размер кристаллитов также минимален – 51 нм. Модуль Юнга для него максимален – 41,5 ГПа (табл. 2), что свидетельствует о его максимальной твердости, при этом, предел текучести также имеет максимальные значения – 61 МПа (табл. 2). Пластическая деформация имеет близкое значение с порфирокластовым типом.

Таким образом, из проведенных исследований механических свойств дунитов, деформированных до разных степеней пластической деформации, видно, что протогранулярный тип отличается от порфирокластового и мозаичного тем, что имеет в 5...10 раз более низкий модуль упругости. Особо выделяется мозаичный тип, по-видимому, вследствие того, что согласно рентгеноструктурным и микроскопическим данным он имеет практически на порядок меньший размер зерна (3,8 и 0,4 мм для протогранулярного и мозаичного соответственно) и в два раза меньший размер кристаллитов в этих зернах (120 и 50 нм для протогранулярного и мозаичного соответственно). По-видимому, это – следствие полученной в процессе его образования пластической деформации, несрелаксированной в условиях высокой скорости деформационного процесса.

Таблица 1

Удельная протяженность границ зёрен оливина (ΣS) и степень их ориентации (α ор., %) в дунитах

№№ образца	Петроструктурные типы оливина	Размерность зерен оливина	$\Sigma S_{\text{из.}}$ (см/см ²)	$\Sigma S_{\text{лин.}}$ (см/см ²)	ΣS см/см ²	α (%)
Tr-95	протогранулярный	крупные зёрна	4,7	0,7	6,7	10,4
Tr-37	порфирокластовый	крупные зёрна	9,6	1,5	11,1	13,5
		мелкие зёрна	111,9	3,7	115,6	3,2
Tr-9	мозаичный	мелкие зёрна	180,1	12,8	192,9	6,6

Примечание. Удельная протяженность границ зерен оливина: ΣS – общая, $\Sigma S_{\text{из.}}$ – изометричных зерен, $\Sigma S_{\text{лин.}}$ – линейно ориентированных зерен.

Таблица 2

Механические свойства исследованных дунитов и их структурные параметры

№№ образца	Тип структуры	Модуль Юнга, Е, ГПа	Предел текучести, МПа	Пластическая деформация до начала разрушения, епласт.	Предел прочности, $\sigma_{\text{тах}}$, МПа	Средний размер зерен, мм	Средний размер кристаллитов в зернах, нм
Tr-95	протогранулярный	5	32	0,001	33	3,8	117
Tr-37	порфирокластовый	26	59	0,0024	66	2,25	108
Tr-9	мозаичный	41,5	61	0,002	79	0,4	51

Литература

1. Гончаренко А.И. Деформация и петроструктурная эволюция альпинотипных гипербазитов. – Томск: Изд-во ТГУ, 1989. – 397 с.
2. Чернышов А.И. Ультрамафиты (пластическое течение, структурная и петроструктурная неоднородность). – Томск, 2001. – 215 с.

МИНЕРАЛОГИЯ ЗОЛОТОНОСНЫХ МЕТАСОМАТИТОВ МЕСТОРОЖДЕНИЯ «РАЗДОЛЬНОГО» (ВОСТОЧНЫЙ САЯН)

Е.Д. Лебедева

Научный руководитель профессор В.Г. Михеев
Сибирский Федеральный университет, г. Красноярск, Россия

Месторождение Раздольное находится в истоках р. Джетка, правого притока р. Сисим, на территории Курагинского района Красноярского края и представляет собой новый для Сисимского золоторудного района геолого-промышленный тип золотооруденения, связанный с мощными слабо золотоносными минерализованными зонами дробления и трещиноватости в тектонической структуре взбросо-надвигового типа. Сисимский золоторудный район располагается в пределах Кизир-Казырской минерагенической зоны в области влияния Главного Восточно-Саянского глубинного разлома.

Минерализованные зоны месторождения пространственно тяготеют к участкам развития вулканогенных верхнепротерозойских образований, подвергшихся зеленосланцевой фации метаморфизма. Рудоконтролирующей структурой месторождения Раздольное является система субпараллельных зон интенсивной трещиноватости и дробления, насыщенных большим количеством даек диоритовых порфиритов,

долеритов, долеритовых порфиритов и лампрофиров. Золотое оруденение связано с золотоносными метасоматитами пропилютового типа и зонами прожилково-штоковеркового окварцевания с убогой сульфидной минерализацией. Рудные тела имеют форму линз средней мощностью около 15 м и средним содержанием золота до 3 г/т. Золоторудные метасоматиты представлены в основном мусковит-хлорит-кварц-карбонатным составом с тонкополосчатыми, линзовидно-полосчатыми, сланцеватыми и брекчиевыми текстурами. Сульфидная минерализация в виде убогой вкрапленности ориентирована обычно вдоль полосчатости метасоматитов. Формационный тип золотоносных пропилютов месторождения Раздольного предлагается отнести к золото-малосульфидной формации вкрапленных руд.

Минералогический анализ метасоматитов месторождения выполнен с применением высококачественных микроскопов ZEISS AxioScop 40-A Pol с компьютерной программой AxioVision 4.7. Микротекстуры руды прожилковые, полосчатые, микроплоччатые и микробрекчиевые.

Прожилковые микротекстуры образованы карбонатными и кварц-карбонатными прожилками мощностью до 2,5 мм, более поздние кальцитовые прожилки ветвятся в основной массе метасоматита, представленного кварцем, карбонатами и пылевидным рудным веществом (лейкоксен, анатаз, рутил). Размеры зерен основной массы метасоматитов обычно не превышают 0,01 мм. Пылевидные частицы оксидов титана образуют облакоподобные скопления размером до первых миллиметров. В основной массе метасоматита наблюдаются отдельные метакристаллы кальцита, иногда достаточно многочисленные размером до 0,2 мм. К прожилкам карбонатного и кварц-карбонатного состава приурочены рудные минералы (пирит и арсенопирит) с размерами до 1,0 мм. Зерна рудных минералов иногда разорваны и трещины в них выполнены кальцитом. Шестоватые зерна кварца и кальцита создают коронообразные обрастания по границам рудных минералов.

Полосчатые микротекстуры характерны для метасоматитов хлорит-карбонатного состава с мусковитом и рудной минерализацией. Более темные полосы метасоматита представлены карбонат – хлоритовым или карбонат-кварц-хлоритовым составом, более светлые – существенно хлорит-мусковитовым. Тонкая полосчатость метасоматита иногда нарушается развитием субпараллельных линзочек раздробленного серого кварца.

Микроплоччатые и микробрекчиевые микротекстуры метасоматитов представлены мелкоплоччатыми образованиями хлорит-мусковитового состава с тонким переслаиванием хлоритовых и мусковитовых слоев. К наиболее напряженным изгибам плоччатости приурочены скопления рудных минералов. Микробрекчирование метасоматитов проявляется в виде обломков хлоритовых сланцев со скоплениями пылевидной рудной массы и обломков полевых шпатов размером до первых миллиметров, сцементированных карбонатной массой. Рудные минералы образуют идиоморфные трещиноватые метазерна, по трещинам наблюдаются выделения кальцита. Размеры рудных зерен 0,15...0,4 мм. Преобладают размеры 0,2 мм. Такие метазерна обрастают в тенях давления шестоватыми зернами кварца, кальцита и хлорита. Разорванные хлорит-мусковитовые слои подвержены интенсивной карбонатизации. На микробрекчии, сцементированные карбонатным материалом, наложены кварц-полевошпатовые прожилки, в местах проявления которых наблюдается существенное укрупнение рудных и нерудных минералов метасоматитов.

Взаимоотношения минералов достаточно сложны и разнообразны, однако качественный минеральный состав руд достаточно постоянен при значительных их количественных колебаниях. Преобладающее присутствие в руде имеют карбонаты, количество которых в отдельных случаях достигает 70 %, причем в отличие от других минералов, карбонаты являются постоянной составляющей всех образцов руды. Они представлены в основном анкеритом и кальцитом. В незначительном количестве присутствуют магнезит, доломит и родохрозит (термический анализ проведен методом Ramp, Instrument: SDT Q600 V20.5 Build 15). Мусковит и серицит по своей распространенности находятся на втором месте в составе руды, однако их присутствие характеризуется крайней степенью неравномерности – от первых процентов до десятков процентов. Хлорит занимает третье место и его присутствие ограничивается первым десятком процентов в различных образцах руд. В руде четко выделяются по крайней мере две разновидности кварца. Кварц I встречается в реликтах первичных кварц-хлорит-карбонатных сланцев, а также в их обломках среди метасоматических карбонатов. Кварц II, вместе с кальцитом, образует просечки, линзовидные прожилки, согласные с теневой сланцеватостью метасоматита (субпараллельные), или прожилки, секущие такую сланцеватость. Полевой шпат встречается в руде нередко и представлен альбитом, зерна которого раздроблены и по микротрещинам замещаются кальцитом. В единичных случаях в руде наблюдались апатит, эпидот и каолинит.

Рудные минералы в целом имеют небольшое распространение – 3,5 % в среднем. По степени распространения среди сульфидов на первом месте находится пирит, содержание которого в отдельных образцах руды колеблется от единичных знаков до 10 %. Пирит I в руде преобладает и представлен метакристаллами пентагондодекаэдрической формы или аллотриоморфными округлыми до овальных, реже обломочными зернами, располагающимися в виде цепочек, обычно субогласных со сланцеватостью или микроплоччатостью руды. Размеры его зерен – до первых миллиметров. Пирит II приурочен к прожилкам кварца и микротрещинам. Пирит II имеет размеры значительно меньшие – до 0,05 мм. Преобладающие формы пирита II кубические. Арсенопирит занимает второе после пирита место, его содержание колеблется от полного отсутствия до 3 %. Размеры отдельных зерен игольчатого арсенопирита могут достигать 1 см (единичная находка). Обычно размеры зерен арсенопирита составляют не более 0,5 мм. Постоянное присутствие в руде характерно для оксидов титана (первые проценты) – лейкоксена, анатаза и, в гораздо меньшей степени, рутила.

Сфалерит и тетраэдрит находятся примерно в равных количествах в составе руды, достигая лишь в отдельных случаях содержаний 1...2 %. Халькопирит эпизодически встречается в количестве 1 %. Графит не редок в прожилках кварцевого и карбонатного составов, однако его количество менее 1 %, а размеры его зерен обычно не превышают первых микрометров. Среди редко встречающихся рудных минералов наблюдались

галенит, аргентит, магнетит, пирротин, гетит, ковеллин, борнит, станнин, джемсонит, шеелит. Магнетит и гидроксиды железа наблюдаются редко. Формы выделений этих минералов неправильны, округлы, размеры не превышают 0,3 мм.

Золото в полированных шлифах встречено лишь в единичных случаях в виде скоплений мелких и тонких зерен в кварц-карбонатном прожилке. Размеры отдельных выделений свободного золота в кварце и карбонатах не более 0,01 мм. Формы золота каплевидные, линзовидные или крючковатые. С помощью растрового электронного микроскопа типа EVA – 50 были получены следующие размеры тонкого золота: 8,0...6,85 мк, 2,65 мк, 679,1 нм, 617,4 нм. В специально приготовленных пробах размер свободных от сростков золотинок достигает 0,2 мм. Чаще золото наблюдалось в полированных шлифах в связи с зернами пирита. Включения золота в пентагональных пиритах I имеют размеры 0,005...0,008 мм. Формы такого тонкого золота неправильны и слегка вытянуты. Золото в пиритах наблюдается либо в виде включений в микротрещинках, либо в сростках с анатазом внутри зерен пирита, реже в виде наростов на гранях кристаллов. Пробность золота по данным испытаний на микроанализаторе INCA – EVA-50 составила 965 весовых процентов и 937 атомных процентов. В составе золота присутствует серебро в количестве 3,53 весовых процентов и 6,26 атомных процентов (измерения в более крупных золотинках), других примесей не обнаружено. В золоте размером менее микрона присутствуют примеси элементов карбонатной матрицы (C, O, Mg, Ca, Fe).

Рентгенофазовый анализ проб, проведенный в физико-химической лаборатории ЦКП СФУ на рентгеновском дифрактометре фирмы Shimadzu, в целом подтверждает результаты оптического анализа, приведенные выше.

МИКРОМИНЕРАЛОГИЯ УРАНОВОГО РУДОПРОЯВЛЕНИЯ «МАЙСКОЕ» (ХАКАСИЯ)

Е.Д. Лебедева, В.А. Силкин

Научный руководитель доцент П.Н. Самородский
Сибирский Федеральный университет, г. Красноярск, Россия

В 2010-м году, во время прохождения учебной геологической практики в Хакасии на базе учебных практик «Комета», мы заинтересовались геологией Майского рудопоявления, в пределах которого по результатам радиометрической съёмки было выявлено аномальное содержание урана. Рудопоявление расположено южнее озера Иткуль в небольшом хребте северо-восточного направления, юго-восточный склон которого вскрыт несколькими канавами северо-западной ориентировки. В бортах канав, кроме сильно выветрелых гранитоидов и изменённых пород, не идентифицируемых в полевых условиях, были найдены небольшие друзы раухтопаза с мелкими кристаллами до 1 см и кристаллы аметиста с размерами 1...2 см. Кварц иногда нарастает на мелко- и среднезернистый кальцит. Изредка встречаются корочки азурита.

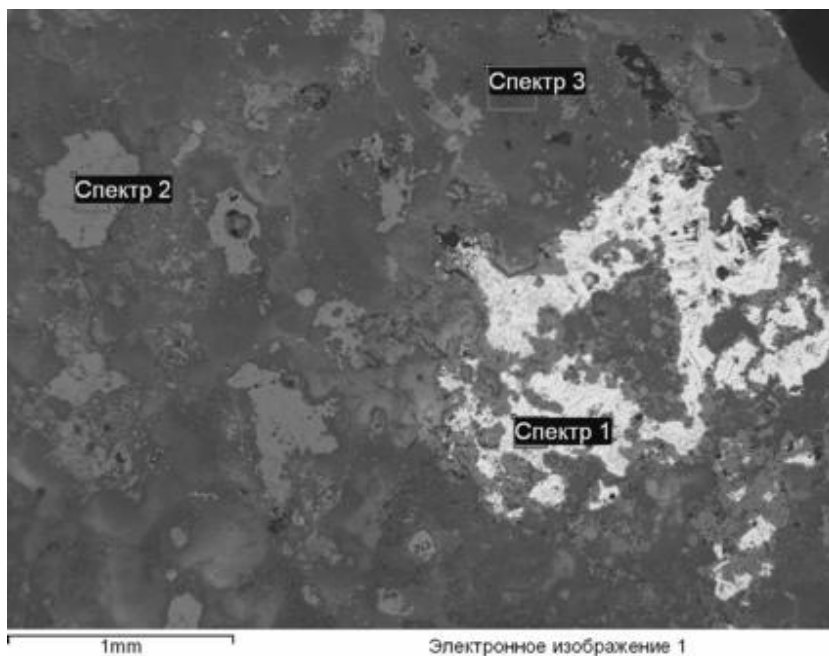
В канаве также были отобраны образцы не идентифицируемой визуально породы, содержащей в небольших пустотах мелкочешуйчатые агрегаты минерала зелёного цвета размером не больше 1,5 миллиметра. Макроскопически наблюдаемая текстура породы пористая, структура тонкозернистая, цвет бурый до коричневого. Агрегаты зелёного минерала образуют неравномерную вкрапленность, группируясь в виде пятен размером до первых см. Для детального изучения строения и минерального состава породы были изготовлены прозрачные шлифы и аншлифы, изученные в проходящем, отражённом свете и в люминесцентном освещении. Также в центре коллективного пользования СФУ выполнен рентгенфлюоресцентный (рентгеновский дифрактометр XRD 7000, Япония) и рентгенофазовый (рентгеновский спектрометр Lab Center XRF1800, Япония) анализы одной пробы. Были получены следующие результаты: обнаружен минерал урана, идентифицированный как отенит ($\text{Ca}(\text{UO}_2)_2(\text{PO}_4)_2 \cdot 10\text{--}12(\text{H}_2\text{O})$). Из сопутствующих минералов установлены кварц, каолинит и рентгеноаморфный гетит. Результаты изучения докладывались на предыдущем, XV-м Международном научном симпозиуме в апреле 2011 г.

Несмотря на проведённые исследования, не все вопросы оказались полностью решены. Например, в результате радиометрических работ 2011-го года установлено, что отенитсодержащие образцы (группа 1) создают аномальное излучение около 200 микрорентген/час, а наиболее радиоактивные (до 500 мкр/ч) образцы (группа 2) отенита не содержат. Кроме того, неустановленной осталась природа повышенного содержания As (0,06 %), U (0,09 %), Mo (0,06 %), P (0,47 %) и Se (0,01 %) в изученном материале. Для разрешения этой проблемы были отобраны образцы соответствующих пород; из них были изготовлены 4 аншлифа (два – с отенитом, два – с различными макроскопически гидроокислами железа). Микроструктура и состав образцов изучены предварительно с помощью микроскопа Axioscop 40 F Pol, а затем более детально – с помощью электронного микроскопа EVO 50XVP с энергодисперсионным анализатором INCA Energy 350 Carl Zeiss (лаборатория Института цветных металлов и материаловедения СФУ).

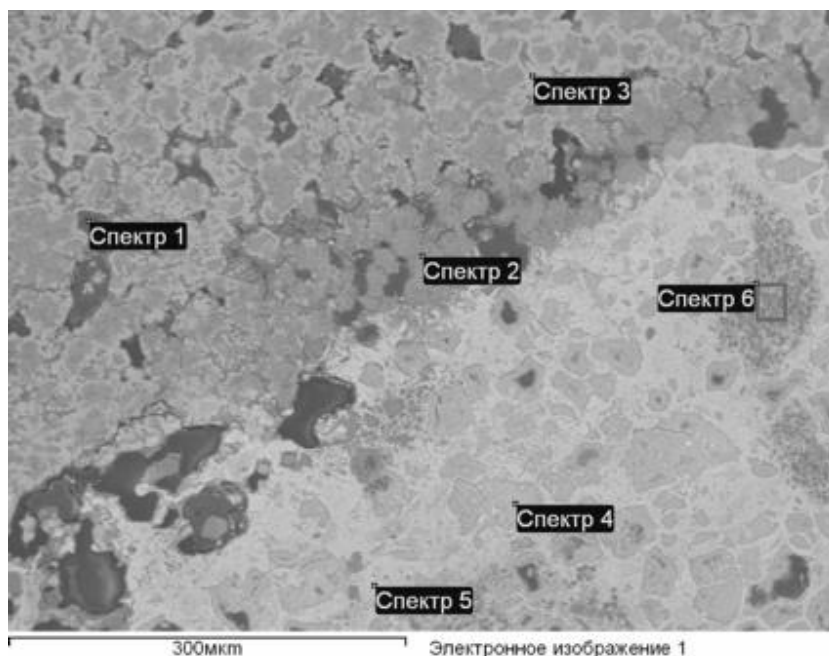
Общим для изученных образцов является широкое развитие тонкодисперсных минеральных фаз и «колломорфное» строение ряда минералов, обусловленное их гипергенным формированием. Принципиальным отличием оказалось весьма незначительное количество урансодержащих минералов в образцах второй группы. В образцах группы 1 микрорентгеноспектральный анализом был подтверждён отенит. Кроме этого, идентифицирована медно-кальциевая минеральная фаза промежуточного состава между отенитом и торбернитом ($\text{Ca}[\text{UO}_2][\text{PO}_4]_2 \cdot 10(12\text{--}18)\text{H}_2\text{O}$). В образцах группы 2 минералы урана практически отсутствуют и развиты фосфаты алюминия.

Тонкодисперсное строение подавляющего большинства вторичных минералов объясняет невозможность их идентификации рентгенофазовым анализом. Даже с помощью электронной микроскопии

удалось идентифицировать не все минеральные фазы: из-за взаимного тонкого прорастания невозможно точно установить состав некоторых минералов. Точно идентифицированы гётит, отенит (Са- и Са-Си-разновидности), апатит, кварц, каолинит (рис. 1, 2). Также выявлена группа фосфатов алюминия, предположительно включающая вавеллит ($\text{Al}_3(\text{PO}_4)_2(\text{OH},\text{F})_3 \cdot 5(\text{H}_2\text{O})$), варисцит ($\text{Al}[\text{PO}_4] \cdot 2\text{H}_2\text{O}$), крадаллит $\text{CaAl}_3\text{H}(\text{OH})_6[(\text{PO}_4)_2]\text{H}_2\text{O}$. Предположительно идентифицирован ярозит, возможно наличие и других сульфатов.



**Рис. 1. Образец группы 1: отенит (спектр 1), гётит (спектр 2), кварц (спектр 3).
Изображение в обратно рассеянных электронах (сканирующий электронный микроскоп)**



**Рис. 2. Скопление фосфатов алюминия и кальция.
Изображение в обратнорассеянных электронах (сканирующий электронный микроскоп)**

Основным минералом-концентратором примесей является гётит. По данным микрорентгеноспектрального анализа он содержит (в атомных процентах) до 1,69 – алюминия, 1,56 – фосфора, 1,40 – кремния, 1,35 – кальция, 1,06 – мышьяка, 0,82 – брома, 0,34 – меди, 0,29 – серы, 0,25 – хлора, 0,22 – ванадия, 0,08 – урана. Очевидно, эти компоненты сорбированы на тонкодисперсных агрегатах микрокристаллов гётита. Примеси отмечены также в апатите (вольфрам – 0,31, барий – 0,20, церий – 0,11 атомных процентов). Наличие фосфора и брома, предположительно, указывает на участие компонентов биогенного происхождения в

формировании вторичных минералов [1]. Исходя из низкого содержания урана в образцах группы 2 (при этом выявлен лишь уран, рассеянный в гётите), можно предположить, что повышенная радиоактивность образцов второй группы связана с присутствием микроколичеств радия, радиоактивность которого многократно превышает радиоактивность урана. По результатам проведённых исследований установлено, что минеральный состав образцов урансодержащих пород гораздо сложнее, чем представлялось ранее. Выявлены новые минералы, ранее неизвестные для рудопроявления. Полученная информация будет использована при обучении студентов-геологов во время учебной практики.

Литература

1. Юдович Я.Э., Кетрис М.П. Геохимические индикаторы литогенеза (литологическая геохимия). – Сыктывкар: Геопринт, 2011. – 742 с.

ТИТАН-ЦИРКОНОВАЯ ТЕРМОМЕТРИЯ НА ПРИМЕРЕ РЕДКОМЕТАЛЛЬНЫХ ГРАНИТОИДОВ ДАЛЬНОГО ВОСТОКА

М.М. Мачевариани, В.И. Алексеев

Научный руководитель профессор Ю.Б. Марин

Санкт-Петербургский государственный горный университет, г. Санкт-Петербург, Россия

Циркон – уникальный акцессорный минерал, способный служить не только геохронометром и индикатором кислотно-щелочного режима минералообразующей среды, но и относительным геотермометром. Оценка диапазона температур образования циркона стала возможна благодаря методике эволюционного кристалломорфологического анализа [6]. Однако применение морфологического термометра наталкивается на трудности, связанные с конвергенцией-дивергенцией габитусных форм и зависимостью кристалломорфологии цирконов от скорости диффузии и адсорбции примесей.

Использование цирконового термометра, основанного на разделении циркония между гранитоидным расплавом и цирконом, также имеет ограничения [8]. Эта методика предполагает использование цирконов, полностью сингенетичных с вмещающим гранитом и образующихся на поздних стадиях кристаллизации расплава. Как следствие, требуется введение сложных поправок на участие в распределении циркония унаследованного циркона, а также изолированных от расплава микровключений циркона в других минералах. К тому же Кd циркония сильно зависит от щелочности и глинозёмистости гранитного расплава [3]. В 2006 году Е. Ватсон с соавторами предложил термодинамические модели «Ti-in-zircon» и «Zr-in-rutile» термометров [9]. В статье рассматривается теоретическая модель термометра «Ti-in-zircon» и её реальное применение для оценки условий образования редкометалльных гранитоидов Баджальского района.

Термодинамическая модель титан-цирконового термометра основана на предположении о том, что независимыми миналами в составе циркона являются не ZrO_2 и TiO_2 , а $ZrSiO_4$, $ZrTiO_4$, $TiSiO_4$. Содержание Ti в цирконе зависит от активностей $aSiO_2$, $aTiO_2$ и от T0 [2]. Равновесие при вхождении Ti в структуру циркона достигается преимущественно за счет замещения $Ti \rightarrow Si$:

Отсюда, используя постоянную Генри и принимая $aZrSiO_4 \approx 1$, получаем линейную зависимость содержания Ti в цирконе от температуры:

Зависимость была калибрована по синтетическим и натуральным цирконам с доверительным интервалом 95% [2, 9]:

Погрешности, связанные с определением активностей $aSiO_2$, $aTiO_2$, взаимно компенсируются. А вот учет погрешности, возникающей в связи с вхождением в состав $Zr(Si,Ti)O_4$ примесей Hf, U, Th, REE, остается нерешенной задачей.

Практическое использование титан-цирконовой термометрии позволяет получить для магматических пород удовлетворительные результаты [4, 7]. Обширный обзор приложения «Ti-in-zircon» термометра к изучению гранитоидов выполнен в [3]. На основе данных изучения 484 зерен циркона получены температуры кристаллизации гранитоидов батолита Сьерра-Невада в Северной Америке – тоналитов, гранодиоритов, гранитов, составившие 588...751°C. Авторы признают, что полученные значения температур несколько занижены. Это может быть связано со значениями активностей $aSiO_2$, $aTiO_2$, отличных от единицы, колебаниями давления, отклонениями от закона Генри, субсолидным замещением Ti и т.д.

С использованием описанной методики нами были рассчитаны температуры кристаллизации гранитоидов Баджальского района Дальнего Востока (рис. 1). Здесь в непосредственной близости от

Верхнеурмийского массива биотитовых гранитов и гранит-порфиров, входящего в состав баджальского вулканоплутонического комплекса, в районе крупнейшего Правоурмийского оловорудного месторождения установлены проявления редкометалльного онгонитового магматизма в виде небольшой интрузии циннвальдитовых гранитов литий-фтористого геохимического типа, даек онгонитов и монцогранит-порфиров. Названные гранитоиды входят в состав позднемеловой Баджальской гранит-онгонитовой серии и, по данным U–Pb SHRIMP-датирования цирконов, образованы в последовательности: биотитовый гранит → биотитовый гранит-порфир → граносиенит-порфир → циннвальдитовый гранит.

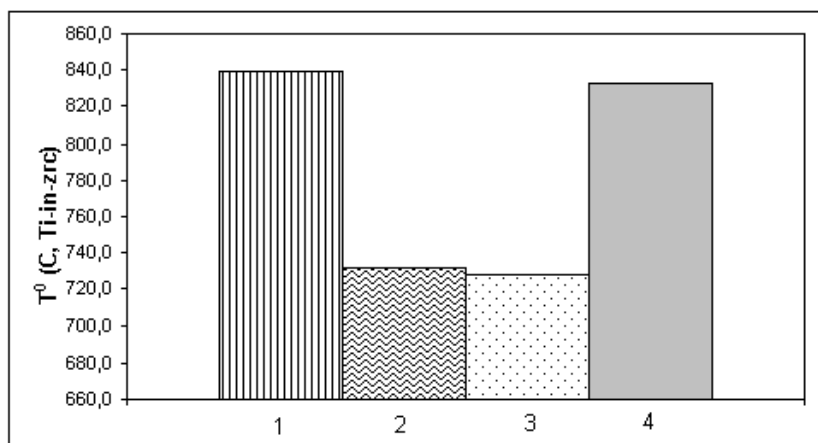


Рис. 1. Эволюция температуры кристаллизации гранитоидов Баджальской гранит-онгонитовой серии, определенной с помощью «Ti-in-zircon» термометра.
1 – гранит биотитовый, 2 – гранит-порфир биотитовый, 3 – монцогранит-порфир, 4 – гранит циннвальдитовый

Погрешность расчетов, связанная с повышением активности титана в присутствии характерного для баджальских гранитоидов ильменита, может привести к занижению температуры не более, чем на 70°C [9]. Сложнее учесть отклонение температуры от истинного значения при появлении в цирконе примесей Hf, U, Th, REE и др. В литературе описана отрицательная корреляция содержаний HfO₂, составляющих не более 2 мас. %, и значений «Ti-in-zircon» температуры (рис. 2, б). Для цирконов из гранитоидов Баджальской серии тренд HfO₂ – T_{Ti-Zrn} имеет пологий положительный наклон (рис. 2, а). При этом, цирконы Приамурья отличаются наличием значительного количества примесей: Hf (7,8...14,1), Th (0,8...2,0), U (2,3...8,9), REE+Y (5,7...12,4 мас. %).

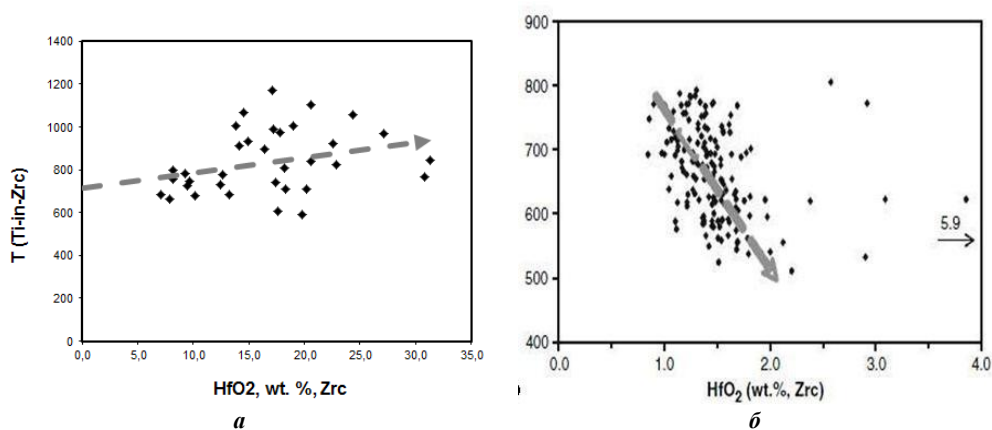


Рис. 2. Корреляция температуры «Ti-in-zircon» и содержания HfO₂ для цирконов из гранитоидов Баджальской гранит-онгонитовой серии (а) и пород батолита Сьерра-Невада [4] (б)

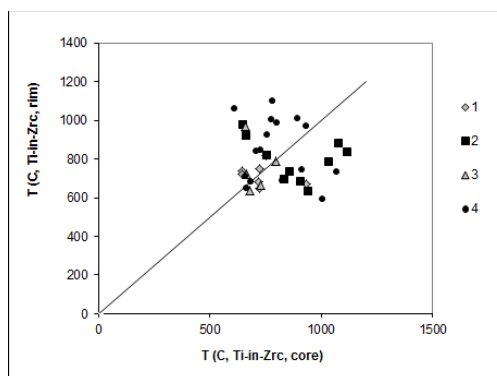


Рис. 3. Разброс значений температуры, определенной с помощью «Ti-in-zircon» термометра, в пределах одного зерна циркона из гранитоидов Баджальской гранит-онгонитовой серии. По горизонтали – температура ядра, по вертикали – температура каймы зерна. Породы: 1 – гранит биотитовый, 2 – гранит-порфир биотитовый, 3 – моноксидгранит-порфир, 4 – гранит циннвальдитовый

Действительно, изоморфное замещение циркония ведет к снижению фактической активности a_{ZrSiO_4} относительно модельной. Это должно отражаться в завышении расчетной температуры $T_{\text{Ti-Zrn}}$. Но вычисление абсолютных значений ошибок требует дополнительных модельных и экспериментальных исследований. Эта проблема имеет кристаллохимический аспект: появление в системе дополнительных изоморфных компонентов изменяет поведение уже имеющихся, что ведет к нарушению закона Генри, лежащего в основе рассматриваемого термометра. Это установлено, по крайней мере, для плагиоклаза, апатита и титанита, включающих редкие земли [5]. Кроме того, вследствие особенностей онтогенического развития индивидов циркона они, как правило, характеризуются неоднородным распределением примесей и структурных дефектов, что влечет существенное расхождение расчетных титан-цирконовых температур в пределах конкретных зерен (рис. 3).

С учетом сделанных замечаний можно сделать вывод, что температуры кристаллизации пород Баджальской гранит-онгонитовой серии эволюционно снижаются от 840°C для дорудных биотитовых гранитов до 728°C – для предрудных дайковых гранитоидов. При переходе к рудоносным циннвальдитовым гранитам в рамках данной модели наблюдается скачок значения $T_{\text{Ti-Zrn}}$ до 833°C , что служит признаком принадлежности циннвальдитовых гранитов к самостоятельному этапу интрузивного магматизма (рис. 1). Полученные температуры хорошо согласуются с температурами, полученными методом эволюционного кристалломорфологического анализа [1].

Выводы. 1. «Ti-in-zircon» термометр является новым важным инструментом, позволяющим получать информацию о термальном режиме образования гранитоидов.

2. Термодинамическая модель термометра «Ti-in-zircon» создана для идеальных условий и требует соответствующих корректировок в каждом конкретном случае. Вхождение Ti в структуру циркона регулируется температурой, а также активностью титана в присутствии титановых минералов и наличием примесей в цирконе.

3. Применение титан-цирконового термометра при изучении пород Баджальской гранит-онгонитовой серии позволило выявить нарушение тенденции направленного уменьшения температур при переходе от ранних биотитовых гранитов к редкометалльным циннвальдитовым гранитам.

Исследования выполнены при поддержке РФФИ по проекту 11-05-00868-а и Министерства образования и науки РФ по государственному контракту № 14.740.11.0192.

Литература

1. Алексеев В.И., Мачевариани М.М., Михеева П.И. Типизация циркона и алланита в гранитах Баджальского хребта (Приамурье) в связи с проблемой их оловоносности // Минералогические перспективы. – Сыктывкар: Ин-т геологии Коми НЦ УрО РАН, 2011. – С. 177–178.
2. Ferry J.M., Watson E.B. New thermodynamic models and revised calibrations for the Ti-in-zircon and Zr-in-rutile thermometers // Contrib. Mineral. Petrol-2007. – Vol. 154. – P. 429–437.
3. Fu B., Page F.Z., Cavosie A.J., Fournelle J. Ti-in-zircon thermometry: applications and limitations // Contrib. Mineral. Petrol-2008. – Vol. 156. – P. 197–215.
4. Hanchar, J.M., Watson E.B. Zircon Saturation Thermometry // Zircon: Reviews in Mineralogy and Geochemistry., 2003. – Vol. 53 – P. 89–112.
5. Harrison T.M., Watson E.B., Aikman A.B. Temperature spectra of zircon crystallization in plutonic rocks // Geology., 2007. – July. – P. 635–638.
6. Prowatke S., Klemme S. Trace element partitioning between apatite and silicate melts // Geochim. Cosmochim. Acta., 2006. – Vol. 70. – P. 4513–4527.
7. Pupin J.P., Turco G. Une typologie originale du zircon accessoire // Bull. Soc. Fr. Mineral. Cristallogr., 1972. – Vol. 95. – P. 348–359.
8. Schmitt A.K., Vazquez J.A. Alteration and remelting of nascent oceanic crust during continental rupture: Evidence from zircon geochemistry of rhyolites and xenoliths from the Salton Trough, California // Earth and Planetary Science Letters., 2006. – Vol. 252. – P.260–274.

9. Watson E.B., Harrison T.M. Zircon saturation revisited: temperature and composition effects in a variety of crustal magma types // *Earth Planet Sci. Lett.*, 1983. – Vol. 64. – P. 295–304.
10. Watson E.B., Wark D.A., Thomas J.B. Crystallization thermometers for zircon and rutile // *Contrib. Mineral. Petrol.*, 2006. – Vol. 151. – P. 413–433.

МИНЕРАЛОГИЯ И ЗОНАЛЬНОСТЬ ГЕРФЕДСКОГО ЗОЛОТОРУДНОГО ПОЛЯ (ЕНИСЕЙСКИЙ КРЯЖ)

В.И. Наидко

Научный руководитель профессор В.Г. Михеев
Сибирский Федеральный университет, г. Красноярск, Россия

Герфедское рудное поле расположено в истоках р. Бол. Мурожная (бассейн реки Ангара) и условно подразделяется на Северную и Южную части, в которых соответственно располагаются золоторудные месторождения Николаевское и Герфед.

Структура рудного поля определяется общим моноклинальным залеганием пород, падающих на восток под углами 30...60°. Рудовмещающие толщи вытянуты в субмеридиональном направлении, слабо дислоцированы, смяты в дисгармоничные складки. Сланцеватость имеет ориентировку, близкую к слоистости. Тектонические дислокации представлены зонами дробления, смятия, трещиноватости, ориентированными согласно напластования пород. Подстилающими оруденение породами являются филлиты и метавулканы основного состава пенченгинской свиты. Перекрывающими являются углеродистые алевроито-глинистые сланцы и филлиты кординской свиты. На границе вышеуказанных свит в субмеридиональном направлении прослеживается (3260 м) система кварцевожилных образований (жила Магистральная и система оперяющих ее жил), с которой собственно и связаны месторождения Николаевское и Герфед. Формирование кварцевых жил происходило вдоль разлома Мейстера посредством гидротермально-метасоматической переработки субстрата обеих свит. Все породы на расстоянии 150...200 м от жилы Магистральная затронуты гидротермально-метасоматическими изменениями [1].

Для изучения минерального состава метасоматитов, а также рудного тела, были изучены разрезы вкрест простирания рудной зоны в пределах как Николаевского, так и Герфедского месторождений. Минеральный состав оруденелых метасоматитов и жил довольно разнообразен и представлен кварцем, хлоритом, кальцитом, биотитом, мусковитом, плагиоклазом (альбит, лабрадор, битовнит), микроклином, цеолитами, ильменитом, рутилом, анатазом, пиритом, халькопиритом, магнетитом, пирротинном, галенитом, сфалеритом, арсенопиритом, золотом, гетитом, марказитом, редкими выделениями блеклой руды и самородного висмута.

При детальном изучении разрезов (пробы на расстояниях в 10 м, 5 м, 4 м, 3 м, 2 м, 1 м, 0,5 м, контакт, жила мощностью 2 м со стороны висячего и лежащего боков) было выявлено, что наиболее распространенными минералами руд являются кварц и кальцит. По нашим данным на месторождениях выделяются две генерации кварца. Первая генерация представлена мелкозернистым метасоматическим гранулированным кварцем желтовато-серого или светло-серого цвета [2]. Вторая – крупнозернистым трещиноватым белым, часто ожелезненным катаклазированным кварцем выполнения пустот. Наблюдаются как постепенные, так и секущие границы между двумя генерациями кварца – метасоматический кварц I переходит в жильный кварц II по мере открывания полостей.

Более поздним распространенным минералом является кальцит. Он слагает секущие прожилки размером до 15 см или в виде метакристаллов развивается по кварцу и вмещающим породам в околорудных зонах. Его происхождение связано с процессами метасоматоза.

Такие нерудные минералы как плагиоклаз, хлорит, мусковит, биотит слагают вмещающие породы. Плагиоклаз преимущественно распространен в подстилающих оруденение породах и непосредственно связан с метавулканидами. Он представлен кислой (альбит) и основной (лабрадор, битовнит) разновидностями. Форма кристаллов плагиоклазов таблитчатая, двойники встречаются как простые, так и полисинтетические. Облик зерен весьма свеж, без значительного развития агрегатов сосюритизации. Часто в ассоциации с плагиоклазами, а также отдельно от них встречается хлорит. Форма его зерен чешуйчатая, часто в сростаниях с биотитом и мусковитом. Его появление также обусловлено процессами метасоматоза. Биотит редко встречается в южной части рудного поля (месторождение Герфед) и заметно распространен в его северной части (месторождение Николаевское), где он в значительно меньшем масштабе замещается хлоритом.

Наиболее распространенным рудным минералом является пирит. Он представлен тремя генерациями. Пирит I – это ситовидный метазернистый пирит, который встречается во вмещающих породах и ксенолитах в кварце жил и имеет размеры обычно до 1,5 см, кубическую форму кристаллов, трещиноват и образует своеобразную узловатость в углеродистых сланцах. Пирит II – это гипидиоморфнозернистый пирит, который распространен в трещинках кварца жилы Магистральная, в оперяющих ее жилах и околорудном пространстве. Его образование связано часто с растворением и перекристаллизацией обломков пирита I. Пирит III имеет как кубические, так и пентагональные формы, зональное, сфероидальное или радиально лучистое внутреннее строение, часто развивается по пирротину. Встречается он только в пределах жил и прожилков и парагенетически связан с кальцитом.

Пирротин развит только в пределах жил и прожилков в ассоциации с халькопиритом, галенитом, сфалеритом и магнетитом. В месторождении Герфед его содержание составляет доли процента, однако в северной части рудоносной структуры он развит и в околорудных породах при среднем содержании в руде 1 % и

размерах зерен до 2 мм. Часто пирротин замещается пиритом III и мельниковитом. Встречаются псевдоморфозы по типу «птичий глаз». Особенно заметно такое замещение на месторождении Герфед.

Халькопирит встречается как во вмещающих породах, так и в кварце жил. Наибольшее распространение приобретает он в приконтактных участках жил в ассоциации с пиритом I и II. Характерна его ассоциация с пирротинитом, реже встречаются структуры распада твердого раствора халькопирита в сфалерите.

Магнетит незначительно распространен во вмещающих породах (менее 1%). Жилы и прожилки кварца обеднены магнитной составляющей. Размеры его зерен небольшие (0,12...0,25 мм), зерна часто трещиноваты или раздроблены. Встречаются сростания с пирротинитом и халькопиритом. В северной части рудного поля его размеры достигают 2,8 мм, а содержания возрастают до 10% в отдельных пробах. Структуры гипидиоморфнозернистые.

Сфалерит (марматит) и галенит встречаются эпизодически в рудах в виде гнезд и прожилков с пирротинитом и халькопиритом. Структуры их аллотриоморфнозернистые, размеры выделений до 2,5 мм.

Арсенопирит распространен гораздо меньше, чем пирит – среднее содержание 0,5%. Арсенопирит ассоциирует обычно с пиритом II и пирротинитом. Возрастные отношения его с пиритом I и II свидетельствуют о близко одновременном образовании арсенопирита и пирита II. Содержания золота в нем до 60 г/т.

Гетит резко преобладает в составе гидроксидов железа, встречаемых лишь в редких образцах окисленных кварцевых руд и вмещающих метасоматитов.

Блеклая руда – единичные находки в кварце, определяется как тетраэдрит. Размеры агрегатов не превышают 0,5 мм. Структура аллотриоморфнозернистая.

Висмут самородный встречается, как и блеклая руда, только в кварцевых жилах, размеры агрегатов не больше 0,4 мм. Структура аллотриоморфнозернистая.

Марказит наблюдается в сростках с пиритом в составе пирит-марказитовых агрегатов, чаще определяемых как мельниковит. Его содержание достигает в отдельных образцах 5%. Структуры марказита аллотриоморфнозернистая или метаколлоидная. Формы зерен неправильные до кружевных.

Золото в рудах Герфедского месторождения наиболее часто встречается в ассоциации с арсенопиритом, пирротинитом, халькопиритом, сфалеритом, галенитом, кварцем и карбонатами. Размеры золотинок, также как и размеры других сульфидов, зависят от условий роста – метасоматического или выполнения полостей. Наиболее крупные выделения приурочены к друзовидным полостям в кварце. Характерно наличие мелкого золота в водяно-прозрачном регенерированном кварце на границе с сульфидами. Формы золотинок обычно ксеноморфные, проволоковидные, пластинчатые, однако изредка встречаются правильные октаэдрические, ромбододекаэдрические и кубические кристаллы.

Пробность золота в пределах Герфедского месторождения по данным различных исследователей колеблется от 731 до 903, цвет его меняется от ярко-желтого до красновато-золотистого. Содержит висмут и теллур. Содержание золота в сланцах, обогащенных сульфидами, в несколько раз выше, чем в сланцах, обедненных сульфидами. Повышенными содержаниями золота отличаются пирит и арсенопирит, находящиеся в ассоциации с пирротинитом и карбонатами.

Минеральная зональность вкост простирания рудных зон связана с процессами метасоматоза и тектоническими подвижками. Проявляется она в том, что размерность нерудных минералов в околорудных породах увеличивается по мере приближения к кварцевому телу жилы Магистральной и оперяющим жилам. Одновременно изменяется их состав, особенно вблизи контакта. В том же направлении изменяется количество и состав рудных минералов. Особенно это четко наблюдается для таких минералов как ильменит, рутил и анатаз. На самых отдаленных участках от кварцевых жил наблюдаются лишь редкие и мелкие, до 0,1 мм, зерна рутила и ильменита. Постепенно, по мере приближения к рудному телу, наблюдается их концентрация, однако количество ильменита в то же время сокращается за счет замещения его рутилом и анатазом. Наибольшее количество рутила наблюдается в непосредственном контакте с кварцем. В самом кварце оно резко падает при увеличении размеров зерен рутила до 1 см. Пирротин и магнетит в то же время интенсивно замещаются пиритом I.

Минеральная зональность по простиранию рудной зоны проявляется в качественно различном составе рудных и нерудных минералов при достаточно количественно близком химическом составе руд. С юга на север заметно увеличивается содержание ильменита вместо рутила и анатаза, магнетита и пирротина вместо пирита, появляется гранат и биотит, не замещенный хлоритом. Подобные изменения в составе рудной зоны могут быть следствием различного эрозионного среза месторождений или склонения рудной зоны с юга на север, где находится корневая часть структуры. Об этом же может свидетельствовать наличие многочисленных оперяющих жил на юге и практическое их отсутствие на севере рудного поля.

Литература

1. Макаров В.А., Михеев В.Г., Межубовский В.В., Кривопуск М.П., Мацкевич И.П. Гидротермалиты и золотоносность Герфедского золоторудного месторождения // Современные технологии освоения минеральных ресурсов: Матер. 9-й Междунар. науч.-техн. конф. / под ред. В.Е. Кислякова. – Красноярск: Сиб. федер. у-нт, 2011. – С. 82–92.
2. Петровская Н.В. Некоторые особенности внутрирудного метаморфизма и золото кварцевых образований на примере месторождений Енисейского кряжа // Тр. Всесоюзного института золота, 1956. – Вып. 21. – С. 111–118.

КРИСТАЛЛИЗАЦИЯ В КАПЛЕ

С.С. Налобина

Научный руководитель доцент О.Ю. Перфилова
Сибирский Федеральный университет, г. Красноярск, Россия

К сожалению, мы практически не имеем возможности непосредственно наблюдать за процессами зарождения и роста кристаллов минералов в природе. Но зато мы можем увидеть эти процессы в лаборатории. Существуют многочисленные методы выращивания кристаллов веществ, аналогичных по составу и структурам природным минералам. Но большинство этих методов требуют специального оборудования и больших затрат (не только экономических, но и времени). Но можно понаблюдать за ходом таких процессов и с помощью совсем несложных экспериментов, если, например, вырастить кристалл медного купороса (аналог минерала халькантита) из водного раствора. Но особенно интересно наблюдать под микроскопом за тем, как происходит образование кристалликов в капле раствора, помещенной на предметное стекло по мере испарения растворителя. Кроме того, весь процесс занимает совсем немного времени – от 15 минут до получаса (в зависимости от состава исходного раствора и температуры в помещении). Исследование микрокристаллов различных веществ под микроскопом химики и геологи проводят давно, на этом даже основан метод микрокристаллохимического анализа, позволяющего выявить наличие тех или иных химических элементов в растворе [1]. Но, как правило, исследователей почти всегда интересовал лишь конечный результат, а не сам процесс образования и роста кристаллов.

При наблюдении под микроскопом процессов кристаллизации, происходящих в капле раствора, за короткий промежуток времени можно получить интересные и неожиданные результаты. Кристаллы, как и живые существа, способны зарождаться, расти, развиваться и изменяться. Природа наградила их уникальными свойствами, которые еще не до конца исследованы. В процессе работы решались следующие вопросы: почему в одном случае кристаллы вырастают в виде геометрически правильных многогранников, а в других – их рост отклоняется от идеальных форм, какие условия нужны для роста и возникновения дендритов, сферолитов, почему у одних веществ кристаллизация начинается от краев капли, а у других от ее центра? Проведены эксперименты по наблюдению кристаллизации в капле раствора следующих веществ: кальций хлористый, хлорид натрия, медный купорос, алюмоаммонийные квасцы, натрий сернокислый кристаллический, натрий серноватистокислый, монофосфат аммония, красная кровяная соль, бихромат калия. Наиболее показательными были опыты в растворе смеси кальция хлористого с медным купоросом и монофосфатом аммония, в результате быстрой кристаллизации образовались сферолиты, а по краям начался рост неправильных кристаллов. Также показательной была кристаллизация натрия серноватистокислого и алюмоаммонийных квасцов, – этот опыт дает нам представление о росте дендритов. При кристаллизации натрия сернокислого кристаллического с добавкой глицерина образовались дендриты, а на их веточках выросло множество нормальных кристаллов (похожих на почки деревьев). Добавив в раствор медного купороса каплю глицерина, мы можем наблюдать образование и дендритов, и расщепленных кристаллов. При добавлении к раствору хлорида натрия небольшого количества раствора красной кровяной соли (не более 5 %) происходит образование вместо правильных кубических многогранников сложных вершинных скелетных кристаллов и дендритов (рис. 1).

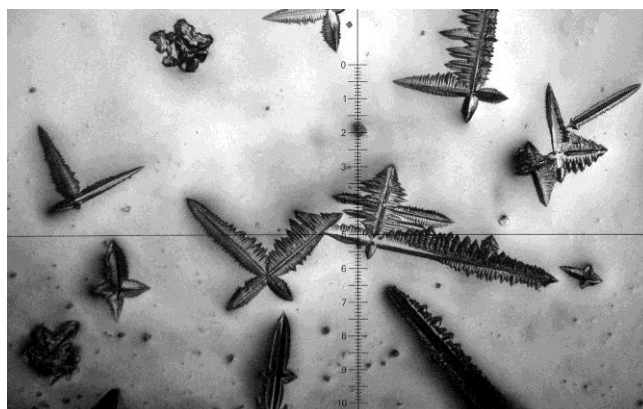


Рис. 1. Дендриты хлорида натрия, образовавшиеся в капле раствора с добавлением 5 % красной кровяной соли

Рост дендритов начинается по краям капли, так как в результате интенсивного испарения жидкости в тонком слое по периферии капли резко меняются концентрации растворенного вещества, а в центральной части капли в это время происходит самопроизвольное зарождение и рост правильных кристаллических многогранников. Иногда на конечных стадиях кристаллизации полногранные кристаллы преобразуются в скелетные кристаллы или дендриты. Если мы добавим к почти высохшей капле новую порцию свежего раствора, то происходит геометрический отбор и на «веточках» дендритов начинают расти полногранные кристаллы. Если рост кристалла происходит очень медленно, при постоянных или почти постоянных условиях (температура,

давление, концентрация вещества, необходимого для роста), то в результате получится совершенный кристаллический многогранник с плоскими гранями. Необходимые условия для образования скелетных кристаллов и дендритов – крайне неравномерные, резко меняющиеся условия (перепад температур, изменение концентрации.) Подобные условия могут возникать при большом переохлаждении, неравномерном интенсивном испарении растворителя или недостаточном перемешивании.



**Рис 2. Природные дендриты малахита, образованные в трещинах микросиенитов.
Гора Николаевская Сопка**

Таким образом, нам удалось в ходе простых экспериментов наблюдать за процессами образования дендритов самородной меди, а так же за образованием скелетных кристаллов и дендритов целого ряда веществ. Условиями образования и роста необычных кристаллов и их агрегатов (скелетных кристаллов и дендритов) являются неравновесные условия кристаллизации (очень быстрый неравномерный рост, перепад температуры, давления, резкое изменение концентрации вещества в расплаве или растворе, наличие посторонних химических или механических примесей). Похожие процессы, вероятно, происходят и в природе при метасоматическом и гидротермальном (в тонких трещинах) минераллообразовании, когда раствор присутствует в небольшом количестве в виде очень тонкой пленки в межзерновом пространстве (рис. 2). Таким образом, процессы, наблюдаемые в капле раствора под микроскопом, могут служить простейшей моделью, позволяющей понять и наглядно представить процессы возникновения скелетных кристаллов и сферолитов минералов.

Литература

1. Шубников А.В. Образование кристаллов. – М.: Изд. АН СССР, 1947. – 72 с.

ИССЛЕДОВАНИЕ БРАЗИЛЬСКИХ АЛМАЗОВ МЕТОДОМ ИК-СПЕКТРОСКОПИИ Ю.В. Нефедов

Научный руководитель профессор А.В. Козлов

Санкт-Петербургский государственный горный университет, г. Санкт-Петербург, Россия

Исследование бразильских алмазов из коллекции Горного музея производилось в лаборатории СПГИ на спектрометре Vertex 70 с ИК-микроскопом Nupregion1000. Стандартное разрешение спектрометра $0,4 \text{ см}^{-1}$. Скорость сканирования прибора более 10 спектров в секунду при разрешении 8 см^{-1} .

Цель исследования: выявление специфических особенностей кристаллов алмаза бразильских алмазоносных проявлений.

Метод инфракрасной спектроскопии основан на селективном поглощении электромагнитного излучения кристаллической структурой изучаемого вещества. ИК спектры содержат информацию о структуре, составе и поэтому являются специфичными для различных соединений и кристаллических веществ. По числу и положению пиков в ИК спектре поглощения можно судить о природе вещества (качественный анализ), а по интенсивности полос поглощения – о количестве вещества (количественный анализ).

Главной примесью в кристаллах алмаза является азот. Концентрация азота может составлять более 0,2 атомных процента.

Известно, что степень агрегации азотных дефектов зависит от содержания азота в алмазе, температуры и длительности его нахождения при данной температуре. Эти параметры обычно анализируют с использованием диаграммы Тейлора. Диаграмма Тейлора отражает температурную зависимость между величиной концентрации азота и степенью агрегации азотных дефектов [2]. Диаграмма Тейлора рассчитывается на период пребывания алмазов в мантии в течение 3 млрд лет [1], а нанесенные на нее изотермы позволяют наглядно увидеть температурные диапазоны образования кристаллов.

Ось “у” на данной диаграмме отражает величину концентрации азота, ось “х” величину агрегации азотных дефектов. Из диаграммы видно, что степень агрегации азотных дефектов зависит от температуры образования кристалла, а сама агрегация возможна только при высоких температурах. Факт увеличения величины агрегации азотных дефектов не говорит о повышении температуры в том случае, если данные замеров одного кристалла ложатся на изотерму. В данном случае степень агрегации азотных дефектов определяется величиной концентрации азота в кристалле.

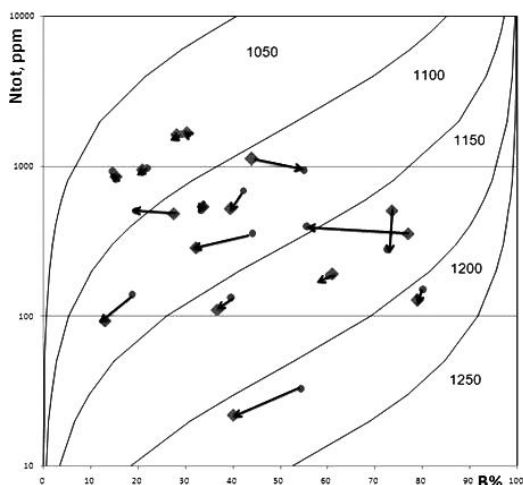


Рисунок. Комбинированный график Тейлора

Квадраты – замеры центральных частей, круги – замеры периферийных частей кристаллов

В ходе исследования измерение производилось в центральной и в периферийной частях кристаллов. Сопоставление данных по азотным дефектам разных частей кристалла позволяет наглядно восстановить термическую историю образования кристаллов (рис.).

Для определения условий образования кристаллов был построен комбинированный график Тейлора, с вынесенными на него точками замеров в центральной и периферийной частях (рис.). На график была нанесена выборка из 15 кристаллов а также изотермы, характеризующие определенные температуры образования.

Как видно из полученного графика, исходные теоретические представления о росте кристаллов и преобразовании дефектов кристаллической структуры подтверждаются полученными результатами.

Температура образования центра кристалла превышает температуру кристаллизации периферийной части, а вектора, показывающие направление изменения характеристик образования, либо направлены в сторону понижения температуры, либо сами ложатся на изотерму.

Данная диаграмма показывает, что векторы, показывающие направления изменения условий образования для двух кристаллов, не укладываются в указанную выше закономерность. Это может быть объяснено растворением кристаллов или ошибкой при проведении измерений.

Результаты исследования бразильских кристаллов позволяют утверждать, что в процессе роста кристалла отмечается выраженное понижение температуры от центра к краю кристалла.

Данная методика исследования позволяет наглядно увидеть изменчивость условий образования кристаллов и подвести научный фундамент для создания модели образования конкретного алмазопроявления, что чрезвычайно важно для территории Бразилии с ее россыпями, имеющими неизвестное происхождение.

Литература

1. Goss J.P., Coomer B.J., Jones R. and Fall. C.J. Extended defects in diamond: The interstitial platelet // Phys. Rev., 2003. – Ser. B. – V. 67. – P. 1–15.
2. Taylor W.R. Nitrogen-defect aggregation characteristics of some Australian diamonds: time-temperature constraints on the source regions of pipe and alluvial diamonds // Am. Mineral., 1990. – V. 75. – P. 1290–1310.

ИМПЛАНТАЦИЯ ИОНОВ ГЕЛИЯ В КРИСТАЛЛИЧЕСКУЮ СТРУКТУРУ ПРИРОДНОГО АЛМАЗА

А.Г. Николаев, Д.Г. Гараев

Научный руководитель доцент О.Н. Лопатин

Казанский Федеральный университет, г. Казань, Россия

Нет необходимости делать рекламу алмазу – этот минерал общеизвестен как один из самых дорогих камней, знакомых человечеству с глубокой древности. С научной, минералогической точки зрения данный минеральный вид представляет собой одну из полиморфных модификаций самородного углерода.

В геммологии (науке о драгоценных камнях) и в ювелирном деле используются в основном бесцветные прозрачные кристаллы алмаза, которые после огранки называются бриллиантами. Следует отметить, что нередко

как природные, так и искусственные алмазы бывают окрашены в бледные, пастельные тона: бледно-розовый, бледно-желтый, бледно-голубой. Дефектные алмазы с механическими инородными включениями и примесями характеризуются грязно-коричневым или грязно-черным цветом, называются «борт», «карбонадо» и используются в технических целях. Особый и весьма редко реализуемый в природных условиях случай – когда алмазы окрашены в яркие цвета, и цвет этот равномерно распределен по всему объему кристаллов. Такая сочная и однотонная окраска называется фантазийной, и именно такие алмазы характеризуются наиболее высокой рыночной стоимостью. Из-за редкости подобных камней их рынок в настоящее время весьма специфичен, продажа их осуществляется зачастую через специализированные аукционы типа Сотби (Sothby's) или Кристи (Christie's). По данным Rapaport Diamond Report – 2009, стоимость самых дорогих фантазийных алмазов красного цвета может достигать 300 000 долларов за 1 карат. В этом отношении легко объясним ажиотаж, связанный в средствах массовой информации с пресловутыми «черными бриллиантами». Таким образом, существует значительный финансовый стимул облагораживания, т.е. получения фантазийной окраски алмазов искусственным путем.

Авторским коллективом была предпринята попытка решить задачу облагораживания алмазов и получения у них высокодекоративной фантазийной окраски. Работы по геммологическому облагораживанию различных ювелирно-поделочных камней в течение последних лет интенсивно проводятся на кафедре минералогии и литологии Казанского Федерального университета в альянсе с лабораторией радиационной физики Казанского физико-технического института РАН. На примере оксидных и силикатных минеральных матриц на сегодняшний день накоплен значительный опыт изменения окраски драгоценных камней с использованием методики высокодозной ионной имплантации [1–9]. Изучены кристаллохимические особенности целого ряда минералов-имплантантов, отработаны режимы ионно-лучевой обработки и постимплантационного воздействия, выявлены возможные механизмы локализации имплантированных ионов в пространстве кристаллических структур различных минералов и их синтетических аналогов, тем самым разработаны основы нанотехнологии облагораживания драгоценных камней.

Методика ионной имплантации подразумевает нанотехнологическую ионно-лучевую обработку поверхности вещества потоком высокоэнергетических ионов различных химических элементов. Имплантация ускоренных до энергии 40 кэВ ионов химических элементов в образцы минералов и их синтетических аналогов выполняется на специализированной установке, т.н. ионно-лучевом ускорителе ИЛУ – 3 при комнатной температуре в остаточном вакууме 10^{-5} Торр. Доза облучения при этом, как правило, варьирует в интервале от $0,1 \times 10^{17}$ до $3,0 \times 10^{17}$ ион/см² при постоянной плотности ионного тока порядка 10 мкА/см². При данных режимах имплантации средний пробег ионов в матрицах подавляющего большинства изученных ранее минералов составляет 20...30 нм и большая часть внедренной примеси залегает в приповерхностном слое образцов на глубине до 100 нм. Как уже было отмечено, процесс торможения высокоэнергетических ионов при высоких значениях дозы облучения приводит зачастую к полной структурной аморфизации приповерхностного слоя образца. В связи с этим, для отжига радиационных дефектов, рекристаллизации структуры и разгона внедренной примеси по кристаллу обычно требуется постимплантационная термическая обработка облученной матрицы.

Нами предпринята попытка изменения окраски природных алмазов с помощью метода ионной имплантации [10–17]. Образцами при проведении настоящей работы служили два ограненных алмаза (бриллианта), имеющие происхождение с якутского рудника «Мирный», любезно предоставленные для экспериментальных исследований руководством компании «Алмаз-Холдинг». Исходные бриллианты были бесцветны, прозрачны, без видимых инородных включений и дефектов, огранены по стандарту Кр-57 категории «А». Оценка цвета по ГОСТ 52913-2008 – «5», по Международной системе GIA – «L». Вес ограненных камней составил 0,12 карат.

Проведена имплантация ионов легкого инертного химического элемента (гелия). Режимы ионно-лучевой обработки: энергия 40 кэВ, плотность ионного тока $I = 3,0 \pm 0,5$ мкА/см², доза облучения $1,0 \times 10^{16}$ ион/см², время имплантации 9 мин. Результат: бриллиант окрашен в ярко-желтый цвет с золотистым янтарным оттенком. При изменении режимов и параметров ионно-лучевой обработки в сторону увеличения, а именно при плотности ионного тока $I = 3,0 \pm 0,5$ мкА/см², дозе облучения $7,0 \times 10^{16}$ ион/см², времени имплантации 1 час, второй бриллиант был окрашен в интенсивный черный цвет. Никакой постимплантационной термической обработки при этом не потребовалось. Микроскопическое изучение облученных кристаллов с применением методик стандартного петрографического анализа в поляризованном свете, в иммерсионных жидкостях и с использованием специализированного геммологического инструментария позволило констатировать равномерное распределение наведенной окраски по всему объему ограненных камней. В первом случае фантазийная ярко-желтая окраска высокой насыщенности и чистоты является идентичной лучшему природному аналогу «Fancy Light Yellow» (GIA) [18].

Были проведены исследования в инфракрасной области для выявления изменения структурных неоднородностей алмаза в процессе ионной имплантации. Для выявления результатов использовался ИК фурье-спектрометр TENSOR 27 с ИК-микроскопом Nupregion, а также ИК фурье-спектрометр комбинационного рассеяния RAM II на базе VERTEX 70 с лазером 1,064 мкм. Диапазон съемки – 400...4000 см⁻¹. В ИК-спектре алмаза до имплантации были выявлены азотные центры типа А, В₁, В₂ и С. После имплантации ионами гелия в алмазах были выявлены только центры – тип А.

Проделанная работа показала, что методика высокодозной ионной имплантации является эффективным способом изменения колориметрических и квантово-оптических свойств (окраски) минералов, алмазов в частности, и представляет собой экспрессный способ геммологического облагораживания драгоценного минерального сырья. По сравнению с предыдущими вышеописанными подходами, предлагаемая

авторским коллективом нанотехнология обработки алмазов (бриллиантов) характеризуется надежной прогнозируемостью результатов, высокой продуктивностью, относительно малыми энергетическими и временными затратами, экологической чистотой. Углубление методов ионной имплантации до уровня промышленных технологий позволит в перспективе создать новый класс драгоценных камней – имплантантов.

За любезно предоставленные для исследований образцы бриллиантов авторы благодарят руководство компании «Алмаз-холдинг» и ювелирного завода «Алмаз» в лице Генерального директора Фариды Фагемовича Гумирова и начальника производства Ильдара Рафаэлевича Фахреева.

Работа выполнена при финансовой поддержке грантов РФФИ, ДЗН КФУ и Госконтракта по линии Федеральной целевой программы «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России» (проект № П 822).

Литература

1. Лопатин О.Н., Хайбуллин Р.И., Вагизов Ф.Г., Базаров В.В., Бахтин А.И., Хайбуллин И.Б. Имплантация ионов железа в кристаллическую структуру природного берилла // ЗВМО., 2001. – № 4. – С. 122–127.
2. Лопатин О.Н., Хайбуллин Р.И., Ибрагимов Ш.З., Бахтин А.И., Хайбуллин И.Б. Имплантация ионов железа в кристаллическую структуру природного кварца // Изв.ВУЗов. Геология и разведка. – М., 2002. – N 6 – С. 35–41.
3. Khaibullin R.I., Lopatin O.N., Vagizov F.G., Bazarov V.V., Bakhtin A.I., Khaibullin I.B., Aktas B. Coloration of natural beryll by iron ion implantation // Nucl. Instr. and Meth. in Phys. Research., 2003. – V 206. – P. 277–281.
4. Лопатин О.Н., Хайбуллин Р.И., Королев Э.А., Бахтин А.И., Хайбуллин И.Б. Имплантация ионов марганца в кристаллическую структуру синтетического корунда // Изв.ВУЗов. Геология и разведка., –М., 2005.– N 3. – С. 17–19.
5. Лопатин О.Н., Хайбуллин Р.И., Королев Э.А., Бахтин А.И., Хайбуллин И.Б. Кристаллохимия корунда, имплантированного ионами кобальта // Ученые записки КГУ. – Т. 147. – Кн. 3. – Казань, 2005. – С. 65–72.
6. Трошина Ю.И., Хайбуллин Р.И., Базаров В.В., Гатиятов Р.Г., Лопатин О.Н., Бахтин А.И., Хайбуллин И.Б. Окрашивание кристаллов рутила путем имплантации ионов марганца, железа и кобальта // Ученые записки КГУ. – Т. 148, Кн. 1. – Казань, 2006. – С. 71–81.
7. Бахтин А.И., Лопатин О.Н., Хайбуллин Р.И., Хайбуллин И.Б. Оптические свойства и кристаллохимия синтетического рутила, имплантированного ионами кобальта // ЗРМО., 2006. – № 6. – С. 79–88.
8. Лопатин О.Н., Хайбуллин Р.И., Бахтин А.И., Хайбуллин И.Б. Возможности ионной имплантации в геммологии // Ученые записки КГУ. – Т. 148, Кн. 4. – Казань, 2006. – С. 105–112.
9. Бахтин А.И., Лопатин О.Н., Хайбуллин Р.И., Хайбуллин И.Б. Люминесценция синтетического рутила, имплантированного ионами кобальта // Кристаллография., 2007. – Т. 52. – № 5 – С. 910–914.
10. Лопатин О.Н. Ионная имплантация минералов и их синтетических аналогов // Автореф. дис. ...докт. геол.-мин. наук. – Казань: Изд-во КГУ, 2010.
11. Лопатин О.Н., Хайбуллин Р.И., Николаев А.Г., Нуждин В.И. К вопросу о «черных бриллиантах». Ученые записки КГУ. – Т. 152, Кн. 1. – Казань, 2010. – С. 244–252.
12. Лопатин О.Н. Ионная имплантация минералов и их синтетических аналогов. – Издательский Дом: LAP LAMBERT Academic Publishing, 2011.
13. Патент РФ № 2 434 977 С1 Способ получения алмазов фантазийного желтого и черного цвета. Лопатин О.Н., Николаев А.Г., Нуждин В.И., Хайбуллин Р.И. Бюллетень ФИПС № 33 от 27.11.2011.
14. Лопатин О.Н., Николаев А.Г., Хайбуллин Р.И. Кристаллохимические аспекты ионной имплантации минералов и их синтетических аналогов. // ЗРМО, 2012. – № 1 – С. 61–70.
15. Bakhtin A.I., Lopatin O.N., Khaibullin R.I., Khaibullin I.B. Optical Properties and Crystal Chemistry of Synthetic Rutile Implanted with Cobalt Ions // Geology of Ore Deposits, 2007. – V. 49 – № 7. – P. 652–658.
16. Лопатин О.Н. Ионно-лучевая нанотехнология модификации свойств минералов. Минералогическая интервенция в микро- и наномир: Мат. Международ. семинара. – Сыктывкар: Геопринт, 2009. – С. 381–383.
17. Guller S., Rameev B., Khaibullin R.I., Lopatin O.N., Aktas B. EPR-study of Mn-implanted single crystal plates of TiO₂ rutile // Journal of Magnetism and Magnetic Materials., 2010. – V. 322. – P. 113–117.
18. Gems & Gemology in Review. Colored Diamonds. – California, USA, 2006. – 318 p.

ТЕРМОЛЮМИНЕСЦЕНТНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ПРИ ПОИСКАХ ГИДРОГЕННОГО УРАНОВОГО ОРУДЕНЕНИЯ В БАРГУЗИНСКОЙ ВПАДИНЕ

Д.В. Никольников

Научный руководитель доцент В.А. Домаренко

Национальный исследовательский Томский политехнический университет г. Томск, Россия

Термолюминесцентные радиометрические исследования позволяют повысить глубинность наземных радиогеохимических съемок при прогнозировании и поисках урановых месторождений. Повышения эффективности прямых поисков месторождений урана можно добиться применением методик, направленных на получение информации накопительного долговременного характера о миграции радона и продуктов его распада. Термолюминесцентные исследования позволяют получить важную информацию не только о радиоактивности верхней части разреза, но и о геологическом строении более глубоких горизонтов, некоторые особенности которого находят свое отражение в изменениях радиогеохимического поля.

Наземное радиогеохимическое картирование осуществлялось по профилю протяженностью 22 км. Основной шаг измерений составил 250 м, на отдельных отрезках осуществлялось сгущение точек наблюдений до 40...50 м. Радиогеохимическая съемка включала следующие виды работ:

- гамма-радиометрическую съемку;

- гамма-спектрометрическую съемку;
- термолюминесцентную радиометрическую съемку.

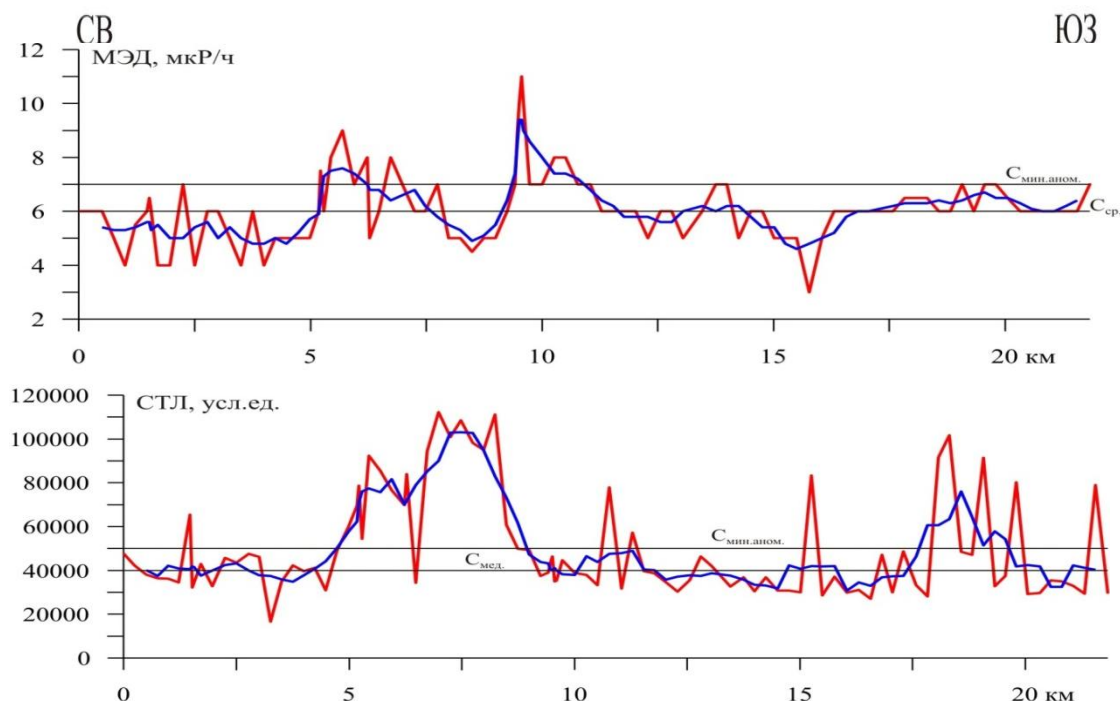
Гамма-радиометрические работы проводились в соответствии с методическими рекомендациями (Радиогеохимические..., 1974).

Гамма-радиометрическая съемка осуществлялась с применением сцинтилляционного радиометра СРП 68-01. Для снижения влияния космического излучения при измерениях гильза прибора защищалась свинцовым экраном. Время экспозиции при замерах мощности экспозиционной дозы, создаваемой гамма-квантами, составляло 5 секунд [1].

Гамма-спектрометрическая съемка проводилась с использованием полевого радиометра-концентратора РКП-305, обеспеченного метрологической поверкой. На точках измерений определялись концентрации ^{40}K , ^{232}Th , ^{238}U (по ^{226}Ra). Для получения статистически надежной информации на точках осуществлялось три замера по каждому каналу с последующим расчетом среднего арифметического значения [2].

Термолюминесцентная радиометрическая съемка включала несколько последовательных операций: подготовку искусственных термолюминесцентных детекторов (ТЛД) к измерениям (отбраковку по чувствительности, отжиг, упаковку в латексные контейнеры); установку ТЛД на точках измерения в шпурки на глубину 0.5 м; экспозицию детекторов в течение 14 суток; сбор ТЛД; измерение значений запасенной светосуммы термолюминесценции на термолюминесцентной дозиметрической системе PROTECTA TLD Reader [3].

Анализ данных гамма- и термолюминесцентной радиометрии показал, что в характере изменения значений радиоактивности, полученных разными методами регистрации, есть несущественные различия (рис.). Положительные аномалии на кривой гамма-активности хорошо согласуются с местами проявления гамма-спектрометрических аномалий смешанного типа. Наиболее яркие и протяженные аномалии МЭД зафиксированы на отрезках 5.2...6.2 км (ПК Б22 – Б26) и 9.4 – 11 км (ПК Б39-3 – Б45). Высококонтрастные аномалии термолюминесценции детекторов располагаются в интервалах профиля: 5...8.5 км (ПК Б21 – Б35); 18.1...19.8 км (ПК Б73 – Б80) [4]. Аномальная зона, простирающаяся от 5 км в южном направлении в значениях СТЛ шире на 2 км, чем в МЭД. При этом максимально высокие значения светосуммы термолюминесценции (интервал 6.7...8.2 км (ПК Б28 – Б34)) в параметрах мощности экспозиционной дозы попадают на градиент кривой гамма-активности со значениями, опускающимися ниже среднего арифметического. Участок аномального гамма-поля и аномально высоких концентраций ЕРЭ, заключенный в интервал 9.4...11 км (ПК Б39-3 – Б45), не обладает высокой термолюминесценцией детекторов, а локальная аномальная зона СТЛ примыкает южнее (интервал 10.8...11.3 км (ПК Б44 – Б46)). Юго-западный участок аномально высокой СТЛ выделяется резкой неоднородностью, а в гамма-радиоактивном и гамма-спектрометрическом полях характеризуется спокойным незначительно повышенным относительно средних значений уровнем. Принимая во внимание то, что в светосумму термолюминесценции ТЛД значительный вклад вносит β - и γ -активность дочерних изотопов радона, а накопительный характер сигнала способствует увеличению контрастности аномальных эффектов, участки аномально высокой термолюминесценции детекторов, не обладающие такой характеристикой по данным гамма-радиометрии и гамма-спектрометрии, видятся наиболее перспективными с точки зрения обнаружения погребенной урановой минерализации [5].



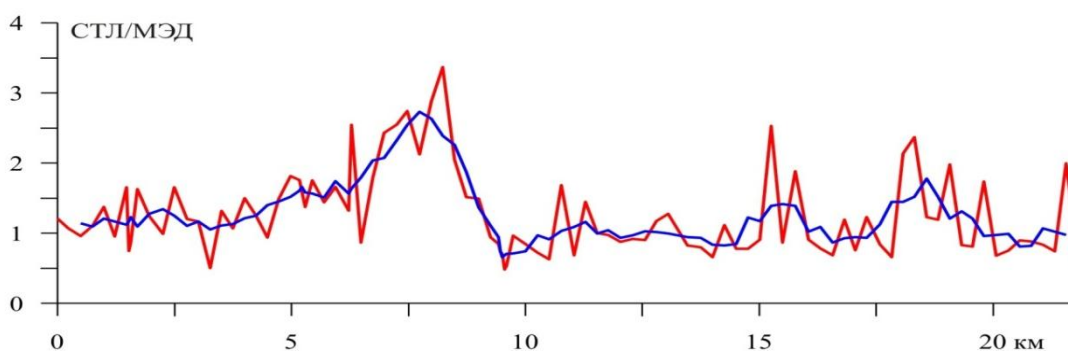


Рисунок. Графики изменения параметров поля радиоактивности по данным гамма- и термолюминесцентной радиометрической съемки по профилю – 1 (красный цвет – наблюдаемые значения; синий цвет – осредненные значения (окно осреднения – 5 точек))

Литература

1. Прогнозирование и поиски месторождений нефти и газа радиогеохимическими методами / И.С. Соболев и др. // Геология нефти и газа. – М., 1999. – № 7–8. – С. 19–24.
2. Радиогеохимические исследования: Методические указания / Под ред. А.А. Смыслова – Л.: Наука, 1974. – 140 с.
3. Радиометрическая съемка с использованием термолюминесцентных детекторов при поисках месторождений нефти и газа / И.С. Соболев и др. // Геология нефти и газа. – М., 2007. – № 6. – С. 19–23.
4. Соболев И.С., Барановский В.С. Люминесценция искусственных и природных люминофоров при радиогеохимических поисках месторождений нефти и газа по поверхности // Геология, геофизика и разработка нефтяных и газовых месторождений. – М., 2007. – № 6. – С. 13–18.
5. Соболев И.С., Рихванов Л.П. Гамма-спектрометрические исследования поверхностных отложений нефтегазоносных площадей Западной и Средней Сибири // Геология, геофизика и разработка нефтяных и газовых месторождений. – М., 2009. – № 5. – С. 31–37.

ТЕКСТУРНО-СТРУКТУРНЫЕ ОСОБЕННОСТИ РУД ПРАСОЛОВСКОГО ЗОЛОТОСЕРЕБРЯНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

С.В. Прокопьева, И.И. Кемкин

Научный руководитель доцент Р.А. Кемкина

Дальневосточный Федеральный университет, г. Владивосток, Россия

Детальное изучение текстурно-структурных особенностей руд имеет важное научное и прикладное значение. Анализ парагенетических ассоциаций, выяснение условий минералообразования и восстановление истории рудоотложения практически невозможно без тщательных исследований текстурно-структурных особенностей руд. Велико значение анализа текстур и структур руд для правильного и рационального выбора способа опробования, отработки, а также определения их технологических свойств. Только на стадии технологической переработки тщательный анализ текстурно-структурных особенностей и вещественного состава руд позволяет значительно повысить эффективность использования горнорудного сырья.

Прасоловское рудное поле расположено в северо-западной части о. Кунашир. Приурочено к вулканотектоническому поднятию центрального типа диаметром 14...15 км [1]. Отнесено к золото-серебряной формации, ассоциированной с позднемиоцен-плиоценовой андезит-дацит-риолитовой формацией и характеризуется различными комбинациями типов руд, развивающихся в близкой последовательности. Наиболее четко проявленными дизъюнктивными элементами рассматриваемой структуры являются дуговые разломы, сравнительно слабо развита радиальная система крутопадающих разломов, которая осложнена сопряженными трансформными разломами, радиальной и прототектонической трещиноватостью. Рудное поле включает более десяти проявлений, представленных сериями кварцевых жил, объединяющихся в жильные зоны, а также минерализованные брекчии и вторичные кварциты [2]. Большинство жил имеет хорошо выраженные зальбанды с четкими контрастными ореолами гидротермально-измененных пород.

В результате детального изучения руд месторождения были установлены рудные (гипогенные и гипергенные) и жильные минералы, описание которых приводится ниже по минеральным ассоциациям. Большинство минералов образовалось в гидротермальный этап формирования месторождения, в пределах которого можно выделить две стадии рудообразования: золото-сульфидно-кварцевую и золото-теллуридно-кварцевую. Основная масса сульфидов выделилась в первую стадию, которая включает две минеральные ассоциации: пирит-сфалерит-халькопиритовую и борнит-халькозиновую. В первой ассоциации наиболее распространены включения в кварце идиоморфных и гилидиоморфных кристаллов пирита 1, (здесь и далее генерация минерала указывается цифрами), аллотриоморфных – халькопирита 1 и сфалерита, ксеноморфных (комковидных, крючковатых, иногда проволочковидных) – золота 1. Борнит-халькозиновая ассоциация представлена ксеноморфными выделениями борнита 1, ковеллина, халькозина, золота 2, блеклых руд 1, кластами

пирита 3, "островками" и реликтами халькопирита 2. Для второй, золото-теллуридно-кварцевой стадии, характерно образование значительной группы минералов теллура, выделившихся на данном этапе (теллуровисмутита, мелонита, петцита, сильванита), селена (клаусталита), висмута (виттихенита), а также золота 3 и блеклых руд 2, которые, в основном, представлены аллотриоморфными выделениями различной размерности. Гипергенный этап характеризуется образованием вторичных сульфидов, в котором при детальном изучении были выделены две минеральные ассоциации: кварц-пиритовая и борнит-ковеллиновая. Здесь значительно распространены идиоморфные кристаллы пирита 4, аллотриоморфные выделения борнита 2, ковеллина, флокманнита, хлораргирита и нерудные минералы (кварц, адуляр, кальцит).

Таким образом, результаты проведенных исследований показывают, что руды Прасоловского месторождения характеризуются большим разнообразием рудных минералов, включающих самородные элементы, сульфиды, селениды, теллуриды, сульфосоли, галогениды, карбонаты и гидроксиды, которые тесно срastаются между собой. Анализ таких срastаний позволяет выделить три генетические группы текстур и структур руд, образовавшихся в процессе заполнения открытых полостей в породах и рудах, метасоматического замещения пород и руд, диагенеза и метаморфизма руд.

Прожилковая текстура широко распространена в рудах месторождения и характеризуется развитием кварцевых, сульфидно-карцевых прожилков. Мощность большинства из них до 1 см. Выполнены они пиритом, халькопиритом, мелонитом и другими минералами. Вкрапленная текстура образуется при заполнении сульфидными небольшими полостями дробления. В ней мелкие идиоморфные и аллотриоморфные выделения пирита, халькопирита, блеклых руд, сфалерита, золота, галенита и теллуровисмутита размером от 0,0002 мм до 0,3 мм содержатся в кварце. Рассеянную метасоматическую вкрапленность образует в горных породах и кварце пирит. Наиболее распространены в рудах метакolloидные текстуры, проявленные в виде линейных, фестончато-полосчатых, линзовидных разностей, которые сложены кварцем, сульфосолями, сульфидными и самородными минералами. При этом, хорошо выражена последовательность и зональность минералоотложения. Из вторичных текстур развиты брекчиевые (мелкие, размером до 0,3 мм, раздробленные зерна пирита в кварце). Небольшим распространением на месторождении пользуются скорлуповатые микротекстуры, в которых комковидное золото выполняет ядра скорлуп, заполненных гидрослюдой.

Разные генетические группы структур руд также широко представлены на месторождении. Отмечаются как первичные, так и вторичные структуры. Первичные структуры представлены структурами, образованными при кристаллизации расплавов и растворов, а также метазернистыми. Из вторичных структур развиты структуры раскристаллизации, распада твердых растворов и катакластические.

Идиоморфнозернистая структура характеризуется срastаниями идиоморфных зерен кварца, пирита и гипидиоморфных халькопирита. Разновидностью этой структуры является гребенчатая, наблюдающаяся в прожилках и друзовидных полостях, в которой идиоморфные зерна пирита расположены перпендикулярно стенкам трещин. Гипидиоморфнозернистая структура встречается в сульфидных агрегатах и представлена срastаниями идиоморфных кристаллов пирита двух генераций, кварца и аллотриоморфных халькопирита, мелонита, сфалерита. Аллотриоморфнозернистая структура очень широко развита в кварцевых, сульфидных, карбонатных агрегатах и характеризуется ровными, без признаков коррозии, границами. Она типична для срastаний халькопирита, сфалерита, галенита, блеклых руд, борнита, минералов теллура и селена, которые имеют ксеноморфные очертания. Часты взаимные прорастания халькопирита и блеклых руд преимущественно тетраэдритового состава.

Ярко выражены в рудах месторождения коррозионные структуры. Так, для золото-сульфидно-кварцевой стадии характерно разъедание халькопирита и блеклых руд золотом (рис. 1). При интенсивной коррозии возникают атоллочная и реликтовая структуры ("островки" и реликты халькопирита в борните и ковеллине), образующиеся в результате коррозии гипергенными минералами более ранних – гипогенных. Заслуживает внимания и широко проявленная в рудах идиоморфнозернистая структура, представленная метасоматическими зернами пирита различной степени идиоморфизма (рис. 2) в кварце. В метакристаллах пирита содержатся редкие реликты нерудных минералов. Из вторичных структур в рудах Прасоловского месторождения были установлены структуры распада твердого раствора – пластинчатая, представленная пластинками борнита в халькопирите, и эмульсионная (эмульсии халькопирита в сфалерите). В золото-сульфидно-кварцевых рудах широко развиты сфероидальные, радиально-лучистые агрегаты пирита, марказита, сфалерита, халькопирита. Для раннего пирита характерна раздробленная структура, в которой обломки пирита цементируются халькопиритом и золотом.

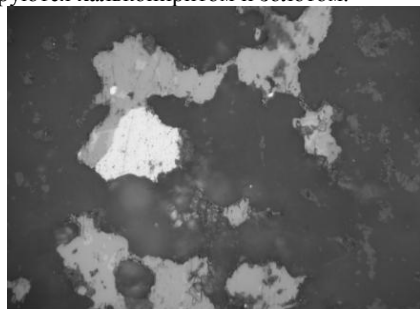


Рис. 1. Замещение блеклых руд (светло-серое) золотом (белое)

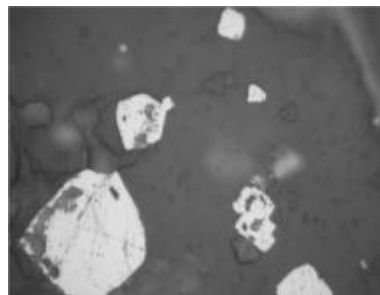


Рис. 2. Метазерна пирита (светло-серое) в кварце

Таким образом, структурно-текстурные особенности руд месторождения свидетельствуют о том, что отложение рудообразующих минералов происходило как путем заполнения пустот и полостей, так и метасоматическом замещении породообразующих минералов. Вторичные текстуры и структуры свидетельствуют об изменении руд в процессе формирования месторождения. Анализ текстурно-структурных особенностей позволит правильно подойти к вопросу качественной характеристики руд данного месторождения.

Литература

1. Данченко В.Я. Золоторудные формации Сахалина и Курильских островов: Автореферат. Дис. ... канд. геол.-минер. наук. – Владивосток, 1987. – 19 с.
2. Кемкина Р.А., Кемкин И.В. Вещественный состав руд и минералого-геохимическая методика оценки потенциального загрязнения окружающей среды токсичными элементами (на примере Прасоловского Au-Ag месторождения). – Владивосток: Дальнаука, 2007. – 212 с.

ВЛИЯНИЕ КОНТАКТОВОГО ПРЕОБРАЗОВАНИЯ УГЛЯ ПОД ВОЗДЕЙСТВИЕМ ДАЙКИ АНДЕЗИТОБАЗАЛЬТОВОГО СОСТАВА НА РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ-ПРИМЕСЕЙ В МЕСТОРОЖДЕНИИ «САНГЕРУД» (ИРАН)

В.И. Рыбалко

Научный руководитель профессор С.И. Арбузов

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Изверженные породы, внедрившиеся в угленосную толщу, оказывают влияние не только на органическое и неорганическое вещество углей, но и на распределение в углях редких элементов. Проблема распределения редких элементов при контактовом метаморфизме недостаточно изучена и освещена лишь в нескольких работах [2, 4, 5, 6].

Угольные пласты в зоне влияния изверженных пород существенно изменены с образованием обширного ореола высокометаморфизованных углей. При взаимодействии угольных пластов с интрузиями выделяется большое количество газовой и водной фаз [3]. Наличие газовых и жидких флюидов способствует миграции редких элементов. В рамках международного проекта «Исследование металлоносности углей Ирана» при опробовании углей и вмещающих пород месторождения Сангеруд Эльбурсского угольного бассейна была встречена дайка и отобраны пробы в зоне влияния интрузивного тела на угли.

Месторождение Сангеруд располагается в западной части Эльбурсского угольного бассейна и относится к Сангеруд-Агусбинскому угленосному району (рис. 1). Промышленная добыча угля в Эльбурсском угольном бассейне началась в 1971 г. на месторождении Сангеруд с ежегодной добычей 120 тыс. т. [1].



Рис. 1. Схема расположения месторождения Сангеруд

На месторождении Сангеруд промышленная угленосность приурочена к свите Алашт нижнеюрского возраста, где насчитывается до 20 угольных пластов мощностью свыше 0,1 м. Из них два пласта достигают мощности 0,4...0,95 м. Наиболее устойчивой мощностью характеризуется пласт угля, приуроченный к нижней части свиты и названный основным рабочим пластом (ОРП). ОРП почти повсеместно состоит из трех угольных пачек и имеет усредненный разрез (сверху вниз): уголь 0,3 м, аргиллит 0,7 м, уголь 0,5 м, алевролит 1,1 м, уголь 0,3 м. Объектом исследования для данной работы послужили угли, отобранные из нижней пачки ОРП. В зоне влияния дайки на угли было отобрано 4 пробы: непосредственно на контакте дайки и углей (San-9-11), на расстоянии 10 см (San-11-11), на расстоянии 80 см (San-13-11) и на расстоянии 5 м от дайки (San-14-11) (рис. 2). Для количественного определения редких элементов и других элементов-примесей в углях и углевещающих породах использовался метод ИНАА (инструментальный нейтронно-активационный анализ) на базе исследовательского ядерного реактора Томского политехнического университета.

На месторождении Сангеруд при пересечении дайками угольных пластов образуются зоны термального метаморфизма (ококсования угля) мощностью от 0,5 до 1 м, реже 2 м [1]. По мере удаления от контакта значение зольности уменьшается (рис. 3А).

В результате проведенных исследований можно сделать вывод о том, что непосредственный контакт углей и интрузивного тела обогащен элементами-примесями. Рассматривая весь спектр изученных элементов, следует отметить, что непосредственно на контакте по отношению ко всем опробованным интервалам пониженными содержаниями характеризуется лишь Вг (рис. 3Б).

По мере удаления от контакта содержание в угле такого элемента как Се постепенно снижается (рис. 3В). Подобная картина распределения свойственна La, Ва и Ст. Все остальные изученные элементы характеризуются однообразной картиной распределения в зоне влияния контакта. Непосредственный контакт угля и интрузивного тела обогащен, затем на расстоянии 10 см отмечается зона обеднения элементами-примесями, а на расстоянии 80 см незначительный рост содержания относительно зоны обеднения (10 см) и неизменных углей (5 м). Это можно видеть на примере распределения Hf (рис. 3Г). Такого вида распределение характерно также для Co, Eu, As, Sc, Sb, Lu, Yb, Tb, Th. Распределение U в зоне влияния интрузии подобно распределению других изученных элементов, однако наблюдаются некоторые отличия. Как видно из рис. 3Д, проба, отобранная на расстоянии 80 см от контакта, характеризуется более высокими концентрациями U по отношению к пробе, отобранной на расстоянии 10 см, и к пробе, взятой из зоны неизменных углей (5 м).

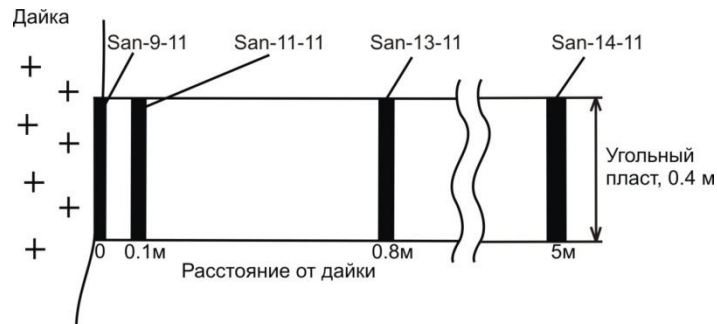
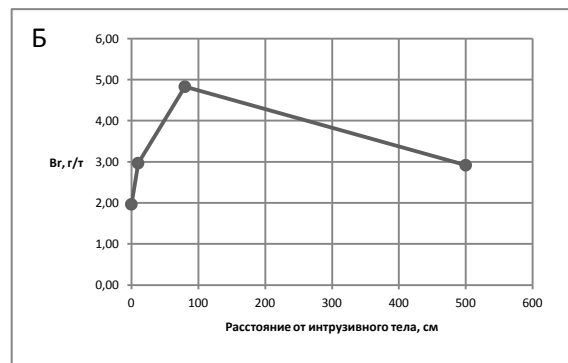
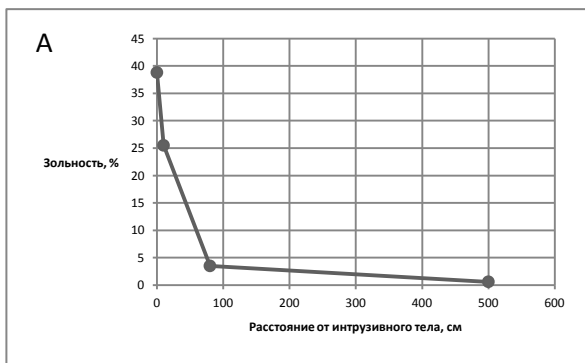


Рис. 2. Схема опробования углей нижней пачки ОРП на контакте с дайкой



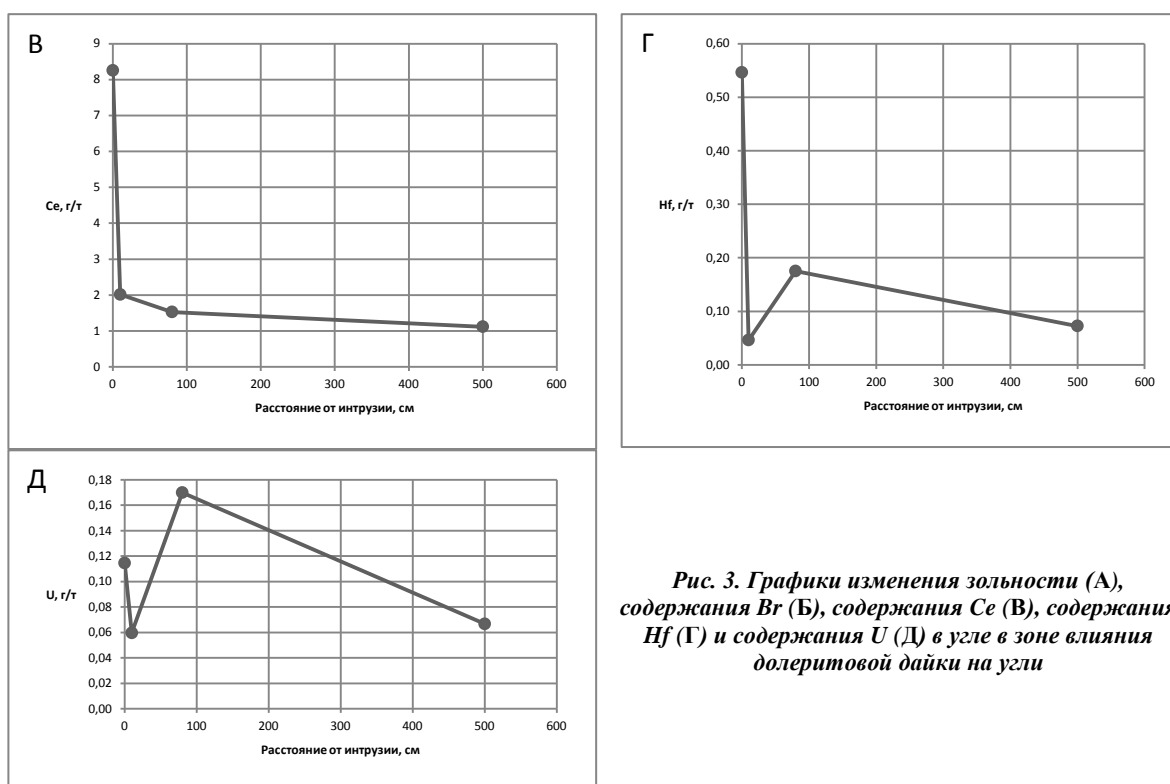


Рис. 3. Графики изменения зольности (А), содержания Vг (Б), содержания Се (В), содержания Hf (Г) и содержания U (Д) в угле в зоне влияния долеритовой дайки на угли

Таким образом, проведенные исследования показали, что при контактовом метаморфизме происходит перераспределение элементов за счет встречных флюидопотоков от интрузивных тел и вмещающих их углей и неугольных пород. При внедрении интрузивного тела происходит его обогащение элементами, характерными для углей, а угли частично обогащаются сидерофильными и халькофильными элементами.

Литература

1. Геология и полезные ископаемые зарубежных стран. Вып.1. Минерально-сырьевая база Ирана (твердые полезные ископаемые) / Под ред. В.П. Орлова. – М.– СПб., 1993. – 300 с.
2. Гуревич А.Б., Гаврилова О.И. Об эманационном воздействии интрузивных траппов на ископаемые угли // Литология и полезные ископаемые, 1990. – № 4. – С. 125–128.
3. Стукалова И.Е., Русинова О.В., Сынгаевский Е.Д. Термальное изменение углей на контакте с интрузивными породами // Осадочные процессы: седиментогенез, литогенез, рудогенез (эволюция, типизация, диагностика, моделирование): Материалы 4-го Всероссийского литологического совещания (Москва, 7 – 9 ноября 2006 г.). – М.: ГЕОС, 2006. – Т. 2. – С. 42–45.
4. Finkelman R.B., Bostick N.H., Dulong F.T., Senftle F.E., Thorpe A.N. Influence of an igneous intrusion on the inorganic geochemistry of a bituminous coal from Pitkin County, Colorado // Int. J. Coal Geology, 1998. – Vol. 36. – № 3–4. – P. 223–241.
5. Goodarzy F., Cameron A.R. Organic petrology and elemental distribution in thermally altered coals from Telkwa, British Columbia // Energy Sources, 1990. – Vol. 12. – P. 315–343.
6. Querol X., Alastuey A., Lopez-Soler A., Plana F. et al. Geological controls on the mineral matter and trace elements of coals from the Fuxin basin, Liaoning Province, northeast China // Int. J. Coal Geology, 1997. – Vol. 34. – № 1–2. – P. 89–109.

ПРИМЕНЕНИЕ КЛАСТЕРНОГО АНАЛИЗА ПРИ СТАТИСТИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКЕ ГЕОХИМИЧЕСКИХ ДАННЫХ НА ПРИМЕРЕ МЕТАОСАДОЧНЫХ ПОРОД АККРЕЦИОННОГО КОМПЛЕКСА ВОСТОЧНОГО ЗАБАЙКАЛЬЯ

Ю.В. Семенова, С.А. Сасим

Институт геохимии им. А.П. Виноградова Сибирского отделения РАН, г. Иркутск, Россия

Кластер-анализ – широко используемый способ предварительной классификации данных в психологии, экономике, биологии, энергетике и в других научных отраслях. В настоящее время он применяется при решении различных геолого-геохимических задач [1].

В данной работе рассматривается возможность применения кластерного анализа для оценки вещественных особенностей метаосадочных пород кулиндинской, ононской и чиндантской свит, являющихся, согласно современным представлениям [2], фрагментами аккреционного комплекса Монголо-Охотского складчатого пояса. Применение метода позволило сопоставить химические анализы различных пород кулиндинской, ононской и чиндантской свит между собой и выявить основные закономерности в поведении

петрогенных оксидов, то есть установить определенные корреляционные связи в накоплении этих элементов. С другой стороны, удалось провести статистический анализ между представительными пробами пород аккреционного комплекса Восточного Забайкалья и сходными геологическими образованиями других регионов, которые формируются в подобных геодинамических обстановках.

Ключевая цель работы заключалась в выяснении при помощи кластер-анализа первичной природы пород, которые подверглись метаморфизму, а также состава исходного протолита метаосадочных пород аккреционного комплекса Восточного Забайкалья.

На первом этапе работы авторами была составлена матрица из разных литературных источников, включая зарубежные. После первичной кластерной обработки в список данных были включены представительные пробы пород различных геологических объектов, названия видов пород и соответствующие содержания в них основных петрогенных компонентов – SiO_2 , Al_2O_3 , $\text{Fe}_2\text{O}_{3\text{общ}}$, MnO , MgO , CaO , Na_2O , K_2O , P_2O_5 .

Чтобы избежать перегрузки графического материала многочисленными данными, анализы проб, в которых установлены тесные корреляционные связи между основными компонентами, были удалены. Таким образом, из всей совокупности данных в пределах одной группы оставались анализы трех проб (первый, средний и последний в выборке).

Кластер-анализ предусматривает группирование переменных – анализ R-типа, аналогичный факторному и кластирование отдельных проб – анализ Q-типа. При анализе R-типа формируется корреляционная матрица, состоящая из 257 ячеек, что является ограничением метода. Эта корреляция позволяет установить связь между факторами (элементами). В ходе дальнейшей обработки данных было проведено кластирование непосредственно самих проб пород. Для группирования проб используется величина, называемая евклидовым расстоянием – она характеризует меру близости между двумя объектами в многомерном пространстве.

Результаты кластирования представляются в виде графиков R и Q-типа, которые показывают закономерности в распределении элементов в химических анализах (рис. 1, 2).

Состав метаосадочных пород аккреционного комплекса Восточного Забайкалья определяется присутствием как кремнистых, так и терригенных осадков. Также выделяются промежуточные разновидности пород, содержащие Fe-Mn минералы, которые присутствуют и в терригенных (калиевые полевые шпаты, темноцветные минералы) и в кремнистых образованиях (кварцитосланцы) в виде Fe-Mn корок на них. Методом кластер-анализа нами произведена группировка метаосадочных пород, в основу которой положены особенности петрохимического состава осадочных пород.

В результате кластирования логически выделяются 6 групп (рис. 2). Литологический состав групп: 1 – песчано-глинистые и алевролитовые осадки; 2 – осадочные, и вулканические породы; 3 – глины, аргиллиты, кварциты, кварцитосланцы, 4 – песчано-глинистые и кремнистые отложения, кварциты, кварцитосланцы; 5 – железистые осадки, Fe-Mn-конкреции; 6 – существенно карбонатные осадки – известняки, мраморы, кальцифиры; данная группа явно отличается от всех остальных и отстоит отдельно в графике.

Затем данные по исследуемым объектам были сопоставлены с эталонными (материалы из разных литературных источников, включенные в матрицу). Объективно было выделено 6 групп, которые по минеральному составу можно сравнить с первоначальной матрицей: 1 группа – граувакки, гнейсы, песчаники, алевролиты, присутствуют и метавулканиды (Шилкинская офиолитовая зона, Онон-Агинская офиолитовая зона); 2 группа представлена чередованием как осадочных, так и вулканических пород – метавулканидов, туфоалевролитов, туфоаргиллитов (Аргунская структурно-формационная зона, Шилкинская зона); 3 группа – это кварцитосланцы, кварциты, осадочные породы биогенного происхождения – яшмы, радиоляриты, диатомиты (Агинская офиолитовая зона); в 4 группе выделяются хлорит-серицитовые, актинолитовые, биотитовые сланцы, кварцитосланцы (Онон-Агинская офиолитовая зона); 5 и 6 группы полностью аналогичны, как и в стартовой матрице.

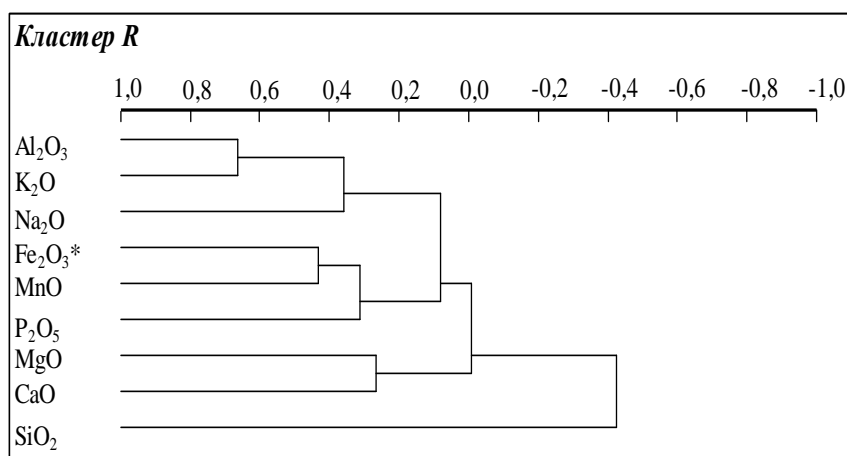


Рис. 1. Степень корреляционной связи между переменными и группами переменных: Al_2O_3 , K_2O , Na_2O , P_2O_5 , $\text{Fe}_2\text{O}_{3\text{общ}}$, MnO , MgO , CaO , SiO_2 . Все переменные нормированы в интервале $0 \div 1$. Взято 112 проб метаосадочных пород

аккреционного комплекса Восточного Забайкалья

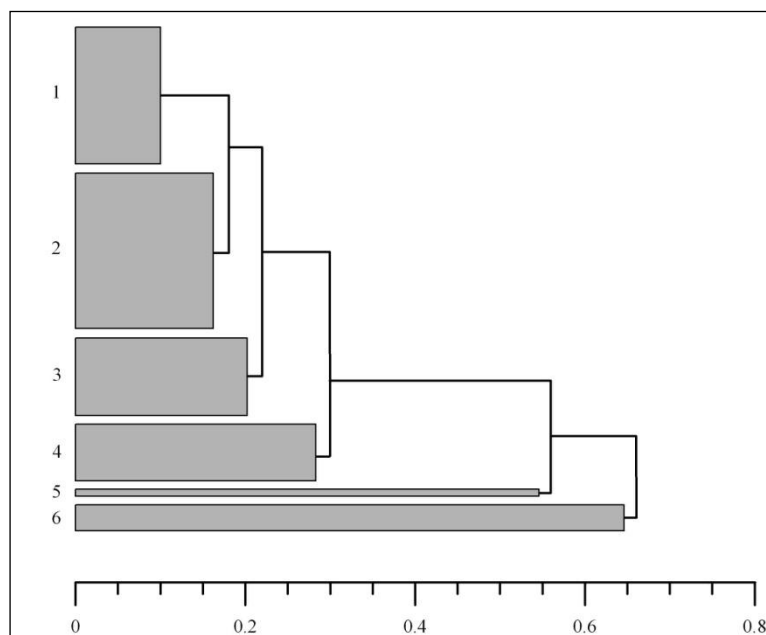


Рис. 2. Группирование химических анализов пород кулиндинской, ононской и чиндантской свит Восточного Забайкалья (анализ Q-типа). 1 – 6 основные группировки (пояснения см. по тексту).

Горизонтальная шкала – нормированное значение степени сходства между химическими анализами (евклидово расстояние). Все величины нормированы в пределах $0 \div 1$

На данном этапе кластер-анализ позволил провести корреляцию между химическими составами различных пород кулиндинской, ононской и чиндантской свит и выявить схожие особенности поведения петрогенных оксидов. Также был проведен статистический анализ химического состава пород аккреционного комплекса Восточного Забайкалья и осадочных образований, формирующихся в различных геодинамических обстановках (бассейнах пассивных окраин континентов, активных континентальных окраин андийского типа, задуговых и преддуговых бассейнах и др.). Кроме того, использование данного метода подтверждает наши предположения о первичном осадочном протолите, участвовавшем в формировании метаосадочных пород аккреционного комплекса Восточного Забайкалья. Таковыми являются кремнисто-глинистые сланцы, алевролиты, полимиктовые (граувакки) и олигомиктовые (аркозы) песчаники. Необходимо подчеркнуть, что в формировании протолита исследованных пород определяющую роль играли два типа осадочного материала. Первый из них – терригенный осадочный материал, поставляемый в бассейн осадконакопления с континентального склона (элементы, отвечающие за его накопление – Al_2O_3 , K_2O , Na_2O). Второй – осадочный материал биогенного происхождения – скелеты диатомовых водорослей, преобладающий в области пелагиального осадконакопления (элементы, отвечающие за его накопление – SiO_2 , CaO , MgO).

Литература

1. Другов Г.М., Карпов И.К., Санин Б.В. Предварительная обработка геохимических данных методом кластер-анализа // Геология и геофизика. – М., 1974. – С. 119–123.
2. Парфенов Л.М., Попеко Л.И., Томуртоого О. Проблемы тектоники Монголо-Охотского складчатого пояса // Тихоокеанская Геология, 1999. – Т. 18. – № 5. – с. 24–43.

МИНЕРАЛОГИЯ ЗОЛОТА, СЕРЕБРА И ЭЛЕМЕНТОВ ПЛАТИНОВОЙ ГРУППЫ В ШЛАКАХ АФФИНАЖНОГО ПРОИЗВОДСТВА

В.А. Силкин

Научный руководитель доцент П.Н. Самородский
Сибирский Федеральный университет, г. Красноярск, Россия

Металлургические шлаки представляют собой, с одной стороны, источник экологических проблем, а с другой – скопление различных полезных ископаемых (от строительных материалов до руд цветных и благородных металлов). Содержание полезных компонентов в шлаках может достигать и даже превышать их содержание в рудах месторождений. Разработка эффективных технологий переработки шлаков позволит ввести их в промышленную эксплуатацию, расширить минерально-сырьевую базу России, снизить экологическую напряженность в металлургических провинциях [2].

Исследуемый материал представляет собой продукт обогащения шлаков одного из аффинажных заводов России. Полученный концентрат был сперва изучен визуально под бинокулярным микроскопом. Однако специфичность ряда фаз, не всегда соответствующих природным минералам-аналогам, потребовала более детальных исследований. Наиболее результативным оказался комплекс рентгенфлуоресцентного, рентгенофазового анализа, рудной микроскопии и последующего электронно-микроскопического (микрорентгеноспектрального) анализа. Рудно-микроскопические исследования осуществлялись на микроскопе "Axioscope 40 A Pol" (минералогическая лаборатория горно-геологического факультета СФУ). Съемка дифрактограмм осуществлялась на автоматизированном рентгеновском дифрактометре XRD-6000 фирмы Shimadzu, Япония, аналитик С.А. Дерикова, расшифровка – Залого А. Н. Рентгеноспектральный анализ выполнен на волновом рентгенофлуоресцентном спектрометре XRF-1800 фирмы Shimadzu, аналитик О. Е. Пиксина (центр коллективного пользования СФУ). Микрорентгеноспектральный анализ был выполнен на сканирующем электронном микроскопе Hitachi TM-1000, Япония (Институт химии и химической технологии СО РАН, Красноярск, аналитик А.М. Жижаев).

Исходный материал пробы, содержащий, по данным рентгенфлуоресцентного анализа, около 16 процентов серебра, а также золото и элементы платиновой группы, был представлен раздробленным материалом крупностью 1...5 мм, сконцентрированным с помощью гравитационного обогащения. Применение вышеуказанного комплекса методов позволило идентифицировать наиболее распространённые минеральные фазы пробы. Нерудные минералы представлены периклазом коричневого и зелёного цвета (окрашен примесями железа), карбонатами (кальцит и доломит), стеклом (аморфная фаза), кварцем, монтichelлитом. Из рудных минералов преобладает самородное серебро, магнетит, гематит, самородная медь, сульфиды (пирротин, аргентит, валлерит), куприт, графит.

Самородное серебро, в изобилии встречающееся в материале пробы, образует округлые и сложные, неправильной формы ковкие частицы тёмно-серого цвета размером до первых мм в поперечнике. В отражённом свете минерал имеет серебристо-белый цвет, быстро окисляется, демонстрируя неоднородность строения. Частицы пористые, с неровной губчатой каймой. В сростании с серебром отмечен ряд оксидных, сульфидных и самородных фаз. С помощью микрорентгеноспектрального анализа в выделениях серебра установлено самородное золото, самородный палладий и полярит (PdPbBi) (рис.). Ферроплатина в виде ярко-белых, хорошо полирующихся выделений, отмечена в сростках с пирротинном и самородной медью. При этом, самородная медь образует каймы и прожилки среди выделений ферроплатины. Самородная медь образует также округлые частицы и прожилки в силикатной и оксидной матрице шлака. Размер их составляет в среднем сотые доли мм. Также среди самородного серебра встречаются агрегаты и цепочки кристаллов куприта.

Из сульфидных фаз наибольший интерес представляет аргентит. Как и самородное серебро, он характеризуется плохой полировкой из-за высокой ковкости. Минерал зеленовато-серого цвета образует сростки с серебром, реже – с другими минералами шлака.

Магнетит образует как хорошо огранённые выделения октаэдрического габитуса, так и скелетные формы; характерно совместное нахождение скелетного и янокристаллического магнетита. Гематит наблюдается в ассоциации с магнетитом (в том числе – в виде псевдоморфоз), а также в виде самостоятельных пластинчатых выделений. Интересной оксидной фазой, выявленной в шлаке, является купрошпинель. Подобно магнетиту, образует скелетные и янокристаллические формы, но отличается от него более низкой отражательной способностью.

Необходимо отметить, что по некоторым сульфидным фазам (возможно – пирротину) образовались пушистые агрегаты вторичных минералов (предположительно – сульфатов). Время их образования составило около двух недель, что указывает на весьма низкую устойчивость исходного минерала к окислению.

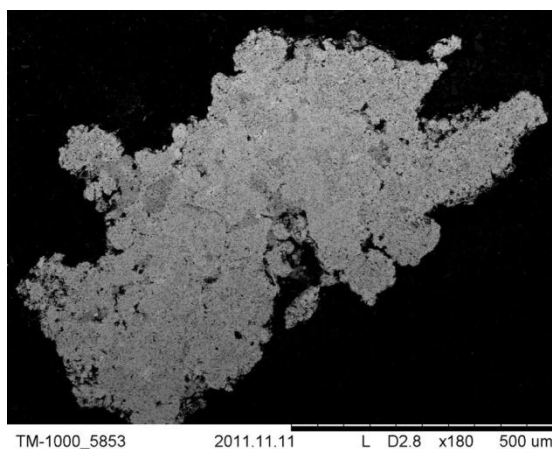


Рисунок. Частица серебра сложной формы, содержащая включения сульфидов (тёмно-серые участки) и минералов палладия (светлые включения). Длина частицы около 1 мм

Изученная минеральная ассоциация во многом напоминает сульфидные руды ликвационного генезиса. Однако пониженное содержание никеля и повышенное – серебра указывает на смешение руд различного типа при плавке. С точки зрения технологической минералогии данные шлаки могут представлять интерес для повторной переработки с целью извлечения из них благородных металлов, содержания которых для этого вполне достаточно [1, 3].

Литература

1. Изоитко В. М. Технологическая минералогия и оценка руд. – СПб: Наука, 1997. – 582 с.
2. Переработка техногенных образований – эффективный путь реабилитации горнопромышленных территорий. – Екатеринбург: УРО РАН, 2000. – 72 с.
3. Algebraistova N.K. et.al. Extraction of noble metals from the recyc le slag of refining production. // Russian journal of non-ferrous metals, 2008. – № 5. – P. 325–327.

ПЕТРОГРАФИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПОРОД В РАЙОНЕ РУДНИКА «ВЕСЕЛЫЙ» (РЕСПУБЛИКА АЛТАЙ)

Ж.М. Сыздыкова, М.М. Кириллова

Научный руководитель доцент Л.А. Краснощекова

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Республика Алтай, как составная часть юга Западной Сибири, является одним из старейших золотодобывающих районов Российской Федерации. Сегодня добычу коренного золота в республике ведет ОАО "Рудник "Веселый", разрабатывающий открытым и подземным способами Синюхинское комбинированное золото-медно-скарновое месторождение (открыто в 1947 г., разрабатывается с 1952 г.). Месторождение представлено сложной формы залежами гранат-воластонитовых скарнов, погружающихся до глубины 500 м и более. Руды – богатые и легкообогатимые, среднее содержание золота в рудных залежах – 9,2 г/т. Объем ежегодной добычи золота составляет 400...450 кг.

Синюхинское месторождение представлено отложениями кембрийского возраста. Выделяют две свиты – верхнеыргинскую ($C_1 vy$) и усть-семиинскую ($C_2 us$) с тремя подсвитами, в нижней подсвите также выделяют три пачки. Верхнеыргинская свита сложена грубообломочными терригенными породами и известняками. Усть-семиинская свита ($C_2 us$) слагает центральную часть Синюхинского рудного поля и является рудовмещающей толщей, сложена различными породами: андезитами, трахиандезитами, базальтами, трахибазальтами, дацитами, дациандезитами и их туфами, известняками, песчаниками, реже глинистыми сланцами.

На синюхинском рудном поле многократно проявлялась интрузивная деятельность как плутонических ассоциаций, так и дайковых образований. Интрузивные образования разделяют в следующие магматические комплексы: саракокшинский плагиогранитовый ($C_2-0(?)sr$), синюхинский диорит-тоналитовый ($O_3-S(?)$), турочакский лейкогранитовый ($S(?)$), цыганский лейкогранитовый ($D_2(?)$), урскульский метадолеритовый ($D_3 ur$), теректинский метадолеритовый ($Mz(?) tr$).

Проблеме дайковых образований уделяли внимание многие исследователи, но, как правило, не привязывая их к конкретным массивам гранитоидов и магматическим комплексам. В Синюхинском рудном поле дайки объединяют в 6 разновозрастных комплексов (саракокшинский, синюхинский, турочакский, цыганский, урскульский, теректинский), из которых важнейшее значение имеют дайки синюхинского комплекса, пользующиеся особенно широким распространением в районе рудоносных участков, где занимают местами 30...50 % объёма пород. Важность порфирирового дайкового магматизма синюхинского комплекса заключена в том, что к максимумам их концентраций приурочены скарновые залежи и гидротермальное медно-золото-сульфидное оруденение.

Синюхинское рудное поле расположено в пограничной зоне крупных тектонических элементов Горного Алтая: Уймено-Лебедской и Бийско-Катунской структурно-формационных зон. Весьма благоприятны для золотого оруденения шарниры субширотных антиклинальных складок и их крылья. Также благоприятную роль оказало наличие среди известняков прослоев туфов, которые в процессе складчатости подвергались будинажу и затем интенсивно скарнировались. Рудопроводящую роль играют крутопадающие долгоживущие разрывы субмеридионального простирания. Эпицентры минерализации приурочены к пересечению контактов известняков с крутопадающими субмеридиональными разрывами.

Зональность скарнов в масштабе рудного поля проявляется относительно контакта интрузивов: вдоль всего экзоконтакта гранодиоритов в скарнах постоянно присутствует воластонит (преимущественно воластонит-I). По мере удаления от контакта интрузивов воластонит (преимущественно воластонит-II) формируется лишь в участках интенсивной циркуляции растворов. С удалением от этих структур воластонитовые и воластонит-содержащие скарны сменяются гранатовыми и далее гранат-пироксеновыми и пироксеновыми. Еще дальше развиваются околоскарновые метасоматиты различного состава, окаймляющие залежи скарнов по простиранию и по мощности. Эти метасоматиты являются внешней зоной колонки инфльтрационных скарнов.

Рудные тела концентрируются преимущественно в воластонитовых, гранат-воластонитовых скарнах, в которых преобладает борнит-халькозиновая ассоциация. По мере удаления от рудных тел халькопиритовая минерализация сменяется халькопирит-магнетитовой и далее магнетитовой. В аномальных структурах геохимических полей ведущая роль принадлежит ассоциации Au, Cu, Ag, Bi, Te при достаточно широком участии всего комплекса элементов-спутников оруденения: Ba, As, Sb, Pb, Zn, Co, Ni, Mo, B, V.

В рудном поле выявлены две модели, различающиеся характером проявления зональности и продуктивностью профилирующего оруденения. Главное различие в том, что скарны и последующая наложенная золото-сульфидной минерализация первого типа были образованы из одного источника по одним флюидоподводящим каналам, в то время как для образования скарновых и рудных тел второго типа использовались разные каналы. Первый тип модели даёт компактные рудные тела большой мощности и очень высоких концентраций основных рудообразующих элементов с запасами промышленных категорий не менее 10 т золота.

Металлы в рудах имеют двойственный источник. Основная масса металлов, возможно, имела мантийный источник. Не исключается и заимствование золота из вмещающих вулканических толщ среднего кембрия (Ю.Г. Щербаков, 1974).

Доминирующая масса скарнов Синохинского рудного поля относится к мезоабиссальной фации глубинности (Жариков, Зарайский, 1986). Это известковые послемагматические скарны образовались на значительном удалении от материнского интрузива. Фильтрационная система формировалась в виде нескольких очаговых структур, подчинённых разломным зонам. Энергетический потенциал систем создавался вдоль разломов, сопровождавшихся инъекциями даек и потоками флюидов.

В ходе проделанной научно-исследовательской работы были изучены 10 штучков пород с месторождения Синохинское (рудник «Веселый»). Сводная петрографическая характеристика по результатам микроскопического исследования приведена в таблице. В скарновых породах выделяют две главные стадии породо- и минералообразования – скарновую (главные минералы – волластонит, гранаты, клинопироксены, кальцит, реже эпидот) и наложенную кварц-сульфидную. Отложение минералов последней стадии происходит предпочтительно по трещинам. Минералы представлены кварцем, кальцитом, эпидотом, хлоритом и рудными минералами. Для околоскарновых пород типичны полевые шпаты.

Окраска пород разнообразна, зависит, прежде всего, от минерального состава. Так, в гранатовых скарнах отмечается темно-бурая окраска, темно-зеленый цвет появляется из-за развития геденбергита и хлоритизации, пятнистая окраска характерна для полиминеральных скарнов, а для преимущественно волластонитовых скарнов – серовато-белая с различными оттенками. Среди текстур выделяются массивные, пятнистые, прожилковые. Среди микроструктур преобладают гранобластовые, нематогранобластовые и структуры замещения.

В изученных шлифах у гранатов отмечается зональное строение, с которым связаны оптические аномалии, выражающиеся в том, что в скрещенных николях у гранатов появляется серая интерференционная окраска или полисинтетические двойники. Аномалии свойственны исключительно известковым гранатам (ряд гроссуляр-андрадит) и кристаллизовавшимся при температуре ниже 750°. Секториальное двойниковое строение, зональность и аномальная анизотропия являются типоморфными признаками гранатов из скарнов и проявляются при содержании более 40 мол. % андрадитового компонента.

Расположение зерен граната пространственно связано с положением кальцита. Особенно его много там, где проходят карбонатные жилы. Мелкозернистый гранат слагает локальные участки и прожилки. Более сформировавшиеся кристаллы расположены хаотично по всей массе породы. По-видимому, формирование гранатов происходило вследствие поступления нескольких порций гидротермальных растворов, идиоморфные кристаллы образованы позднее, чем мелкозернистый агрегат. Также по зерну граната наблюдается трещиноватость и включения рудного минерала, что говорит о катаклазе и наложенной на скарновую сульфидной минерализации.

Пироксены представлены, в основном, диопсидом. Определяемые в шлифах углы погасания и интерференционные окраски пироксенов указывают на переход диопсида с геденбергитом с образованием изоморфной смеси диопсид-геденбергитового состава. Часто зерна рудных минералов приурочены к разрушенным (реликтовым) кристаллам пироксенов или полностью замещают их. По зернам пироксенов развиваются вторичный эпидот и хлорит.

Таблица

Сводная петрографическая характеристика пород рудника «Веселый»

	№ образца	1	2	6	7	9	10	11	12	18	X
	Название породы	Карбонатит	Волластонит-диопсид-гранатовый эндоскарн	Диопсид-волластонитовый скарн	Диопсидовая околоскарновая порода	Гранат-эпидот-волластонитовая околоскарновая порода	Гранат-волластонитовая околоскарновая порода	Диопсид-гранатовый эндоскарн	Катаклазированный турмалиновый мегагранит	Пироксен-гранатовая околоскарновая порода	Гранатовый скарн
Вещественный состав, %											
Первичные минералы	Кальцит	70	< 1	10	35	20	10	5	< 1	50	80
	Гранат	5	65	5		15	10	60		30	15
	Волластонит		10	20		40	60		15		
	Диопсид		10	15	15			10		10	

	Кварц	3	10	10	20	5	5	5	20	< 1	
	Плагиоклаз				20	10	10		50	10	
	Эпидот					19					
	Рудный минерал	20...22	< 1	40	5	< 1	5		< 1	< 1	5
Акцес-сорные	Турмалин								5		
	Сфен								+		
	Циркон		+						+	+	
Вторичные	Серицит								10		
	Хлорит				< 1			< 1	< 1		< 1
	Глинистое вещество				5		< 1		< 1		
	Кальцит							15			
	Эпидот				< 1		< 1	5			

Волластонит представлен радиально-лучистыми, шестоватыми, волокнистыми агрегатами, реже встречаются доскообразные зерна. Содержание его в изученных образцах колеблется от 10 до 60 %.

Кальцит представлен, как минимум, зернами трех генераций. Зерна первой генерации кальцита слагают основную мелкозернистую массу пород, сложены выделениями с резко ксеноморфными очертаниями по отношению к зернам граната. Зерна первичного кальцита расположены пятнами и имеют буроватый оттенок в окраске при одном никеле (за счет развития вторичных минералов).

Кальцит второй генерации слагает многочисленные разноориентированные трещинки разной мощности и протяженности и представлен тонко-мелкозернистым агрегатом. Секущие трещинки проходят по плагиоклазам, гранатам, пироксенам.

Кальцит третьей генерации слагает отдельные гипидиоморфные кристаллы. В проходящем свете они чистые, незамутненные, с хорошо заметной псевдоабсорбцией. Подобные яснозернистые кристаллы кальцита могли сформироваться путем перекристаллизации тонкозернистой карбонатной массы при повышении температуры. Кристаллы в виде ромбов характерны для доломита. Возможно, за счет действия магниезальных растворов часть кальцита перекристаллизовалась в доломит. Следует отметить, что к зонам развития карбонатных минералов приурочены скопления рудного вещества и мелких зерен граната.

Кварц, в основном, расположен вокруг рудного минерала, а также частично заполняет прожилки в породах, что указывает на его гидротермальный генезис. Кварц и рудное вещество имеют общий источник происхождения, флюидные растворы проходили по одним каналам. В некоторых шлифах зерна кварца слагают пространство между порфиробластами, что говорит о более позднем его происхождении.

Подтверждено метасоматическое происхождение основных пород месторождения, с которыми генетически связывают рудную минерализацию. Золото-медное оруденение приурочено к известковым скарнам и околоскарновым породам. Установлены следующие разновидности пород: карбонатиты; диопсид-гранатовые, эпидот-диопсидовые, гранатовые, диопсид-волластонитовые скарны; катаклазированные турмалиновые метаграниты; пироксен-гранатовые, гранат-волластонитовые, диопсидовые околоскарновые породы.

В обобщенном виде метасоматическая колонка для данного изученного участка месторождения выглядит следующим образом.

0. Карбонатит.
1. Диопсид-волластонитовый экзоскарн.
2. Волластонит-диопсид-гранатовый экзоскарн.
3. Гранатовый экзо- или эндоскарн.
4. Диопсид-гранатовый эндоскарн.
5. Пироксен-гранат-плагиоклазовая околоскарновая порода.
6. Диопсид-плагиоклазовая околоскарновая порода.
0. Катаклазированный турмалиновый метагранит.

МИКРОСТРУКТУРЫ КРЕМНИСТЫХ ПОРОД КИЕВСКОГО ЯРУСА ЭОЦЕНА ВОСТОЧНОГО ДОНБАССА И ЮЖНОГО КРЫЛА ВОРОНЕЖСКОЙ АНТЕКЛИЗЫ

С.Ю. Харченко

Научный руководитель профессор В.И. Седлецкий

Южный Федеральный университет, г. Ростов-на-Дону, Россия

Рассматриваемый регион отвечает трём крупным тектоническим структурам в пределах Ростовской области: южной части Русской платформы, представленной здесь южным крылом Воронежской антеклизы, и восточной части Донецкого складчатого сооружения, граничащих со Скифской плитой. Киевский ярус эоцена соответствует максимуму развития кремнеаккумуляции и трансгрессии палеоценового морского бассейна в пределах данного района [3].

Кремнистые породы изучались с помощью растрового электронного микроскопа (РЭМ). РЭМ представляет из себя источник электронов, систему их фокусировки в тонкий пучок, оборудование для развёртки

пучка в растр, набор соответствующих устройств для регистрации электронов излучаемых образцом, монитор для вывода изображения на экран [2]. Для просмотра изображения на РЭМе необходимо было подготовить пробы. Для этого со свежего скола породы нужно сколоть небольшой кусочек породы и прикрепить на столик, покрытый специальным графитовым клеем (лак, смешанный с графитовой крошкой). Столик с приклеенными кусочками пород помещают в вакуум и подвергают медному напылению для улучшения электропроводности, после напыления образцы устанавливаются в вакуумную камеру микроскопа, где их можно уже смотреть.

Кремнистые породы киевского яруса эоцена в пределах территории исследования представлены диатомитами, опоками и трепелами. Диатомиты распространены исключительно на территории южного крыла Воронежской антеклизы, опоки и трепелы приурочены как к южному крылу Воронежской антеклизы, так и к периферийной части Восточного Донбасса [3].

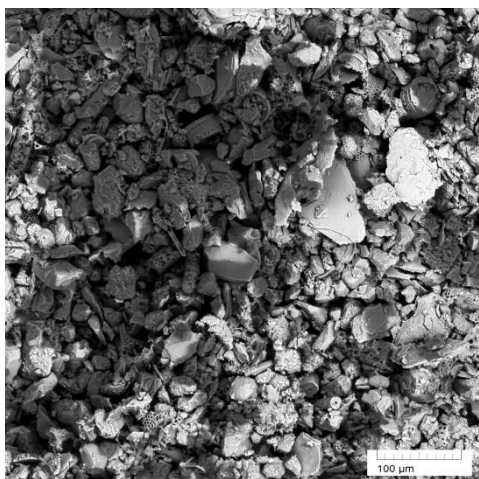


Рис. 1. Диатомит с биогенно-алевро-пелитовой микроструктурой. Ув. 1200

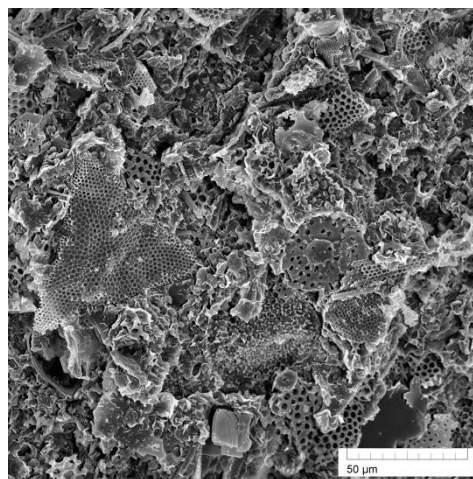


Рис. 2. Диатомит с биогенной микроструктурой. Ув. 3500

Электронно-микроскопическое исследование диатомитов показало, что основная масса их сложена створками диатомей различной степени сохранности (60...90 %) (рис. 1, 2). Среди диатомитов выделяются два вида микроструктур [1]. Биогенно-алевро-пелитовая микроструктура (рис. 1) характеризуется сочетанием биоморфной, лопастевидной и в меньшей степени субпланарно-мелкобугорковой типов поверхности. Они сложены створками диатомей различной степени сохранности, от целых с чётко видимым рельефом до перемятых и размазанных, и обломочной массой, представленной слабо окатанными и не окатанными зёрнами кварца и глауконита, пластиночками слюды и монтмориллонита. Также в породе встречаются обломки кремнистых губок и их спикул. В биогенной разновидности микроструктур диатомитов поверхности сколов пород отнесены к биоморфному и лопастевидному типам (рис. 2). Сложены практически целиком разрушенными створками диатомовых водорослей, с единичными створками хорошей сохранности, а также с редкими включениями пластинок слюды и спикул губок (не более 10 %).

Опоки характеризуются более широким разнообразием микроструктур (рис. 3, 4, 5). Изучение опок позволило выделить среди сколов этих пород сочетания биогенной, глобулярной, агрегатно-глобулярной и хлопьевидной микроструктур [1]. Биогенная глобулярная микроструктура выделяется наличием сколов пород с биоморфным, бугорковым и субпланарно-мелкобугорковым типами поверхности (рис. 3). Породы сложены глобулярным опалом-КТ (до 60 %), который образовался за счёт перекристаллизации остатков кремнистых микроорганизмов (диатомовые водоросли, губки, радиолярии), участками опоки выполнены карбонатным детритом и коколитофаридами, а также чешуйками слюды. Наличие карбонатного детрита позволяет выделить хлопьевидно-глобулярную микроструктуру опок (рис. 4) с бугорковым, лопастевидным и субпланарно-мелкобугорковым типами поверхностей сколов. Бугорковый и друзовый типы поверхности отнесены к специфической агрегатно-глобулярно-кристаллической микроструктуре и обусловлены сочетанием леписфер опала-КТ и кристаллов кристобалита (рис. 5). Необходимо отметить, что все опоки являются породами с биогенной микроструктурой и все остальные микроструктуры, выделенные здесь, лишь осложняют биогенную.

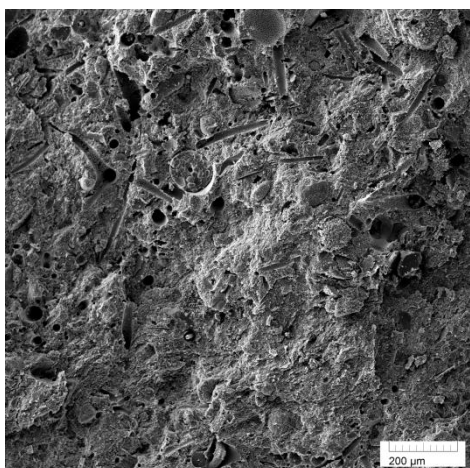


Рис. 3. Опока с биогенной глобулярной микроструктурой. Ув. 500

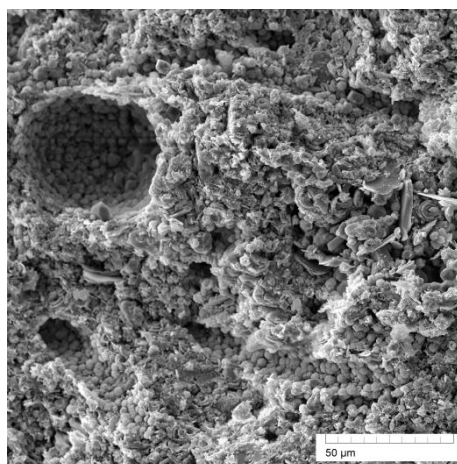


Рис. 4. Опока с биогенной глобулярной и хлопьевидно-глобулярной микроструктурами. Ув. 2000

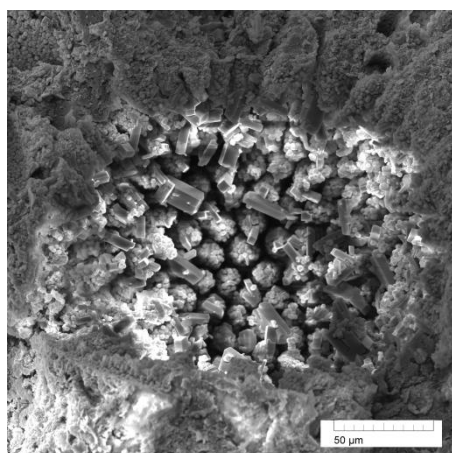


Рис. 5. Опока с агрегатно-глобулярно-кристаллической микроструктурой. Ув. 3000

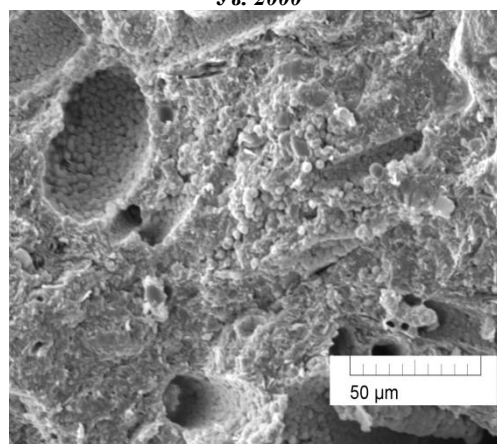


Рис. 6. Трепел с биогенной глобулярной микроструктурой. Ув. 3500

Трепелы (рис. 6), изученные под электронным микроскопом, относятся к породам биогенной глобулярной микроструктуры [1] с бугорковым и субпланарно-мелкобугорковым типами поверхности, и в основном состоят из леписфер опала-КТ, образованного за счёт перекристаллизации биогенного вещества.

Изучение микроструктур кремнистых пород с помощью растрового электронного микроскопа необходимо для определения состава, структуры пород и изучения микрофауны, т.к. использование традиционных оптических методов исследований не позволяют дать полной картины строения кремнистых пород.

Литература

1. Хворова И.В., Дмитрик А.Л. Микроструктуры кремнистых пород. – Труды Геол. института АН СССР, 1972. – Вып. 246. – 50 с.
2. Шамрай И.А. Палеоген восточного Донбасса и Северного крыла Азово-Кубанской впадины. – Ростов-на-Дону: Издательство Ростовского университета, 1972. – 235 с.
3. Reed S.J.B. Electron microprobe analysis and scanning electron microscopy in geology. Second edition. – New York: Published in the United States of America by Cambridge University Press, 2005. – 216 p.

ПОЛИМИНЕРАЛЬНЫЕ СЕКРЕЦИИ В ПОРОДАХ ВЕТЛАСЯНСКОЙ СВИТЫ (ГОРА ЗЕМЛЯНИЧНАЯ)

В.В. Чабан, О.В. Тимошина

Научный руководитель ассистент Ю.В. Михайленко

Ухтинский государственный технический университет, г. Ухта, Россия

В 2011 году при прохождении первой учебной геологической практики и изучении пород ветласянской свиты (г. Земляничная, Ухтинский район) студентами группы МИГ-10 (бригада № 3 и № 4) были найдены в заброшенном карьере как ранее описанные [2], так и новые разновидности секретий полиминерального состава (Т.Н. 20-21). Исходя из этого, цель настоящей работы заключается в подробном описании обнаруженных секретий полиминерального состава.

Ветласянская свита сложена пелитами с прослоями сильно слюдястых алевролитов и псаммолитов, мергелей и известняков. Пелиты голубовато-серые, сизые, плотные, иногда плитчатые, горизонтально и косослоистые, слабо известковистые и неизвестковистые, слюдястые. В пелитах встречаются послойные конкреции карбонатных пород – известняков, доломитов и сидеритов. Строение этой части свиты было изучено в карьере «Куратово-Западное» (нижняя часть ветласянской свиты). На горе Земляничной была изучена верхняя часть свиты (Т. Н. 19-21), которая представлена тонкоплитчатыми глинистыми известняками кремовой окраски. Породы сильно трещиноватые, несут признаки наложенных процессов химического и физического выветривания, зачастую породы сильно ожелезненные и кавернозные.

Именно с верхней карбонатной частью разреза (Т. Н. 20, заброшенный карьер) связаны находки секретий полиминерального состава. Ширина карьера составляет 8,0 м, высота от 1,0 до 1,5 м. Карьер располагается по азимуту СЗ 290° в 180 м выше по тропе от Т. Н. 21 (это первое местонахождение секретий студентами в 2005 году, вблизи зоны тектонического нарушения). Всего в карьере было обнаружено 20 образцов глинистого известняка (в коренном залегании) с секретиями полиминерального состава. По результатам изучения было выделено три разновидности секретий, подробная характеристика которых будет изложена в данной статье.

Секретия (secretio – выделение) – кристаллические или коллоидные минеральные вещества, выполняющие пустоты в породе и отличающиеся по составу от последней. В отличие от конкреций заполнение секретий происходит от периферии к центру путем отложения вещества на стенках пустот; результатом этого является концентрически зональное строение со слоями (зонами) часто различной окраски и разного минерального состава.

Большинство секретий имеют концентрически зональное строение, но также отмечаются секретии и с однородным строением. Среди секретий можно выделить три разновидности.

Первый тип секретий имеет двухслойное строение. Внешняя зона выполнена плотным скрытокристаллическим халцедоном голубовато-серой окраски, для которого характерно прерывистое развитие и его неравномерность по толщине прослоя, который резко сужается до полного исчезновения или вновь появляется и образует раздувы; мощность этой зоны изменяется от 0,1 до 1 мм. Внутренняя часть выполнена прозрачными кристаллами кальцита, у большинства кристаллов на гранях наблюдается штриховка (рис. 1). В одном из образцов кальцит имеет радиально-лучистое строение (скелетный рост кристаллов кальцита), которое, по-видимому, связано с ростом кристаллов в твердой среде; форма и расположение кристаллов отражают направление движения минерализованных растворов (рис. 2). Форма поперечного сечения секретий миндалевидная зачастую с неровными извилистыми краями, размеры от 1 до 2 см.

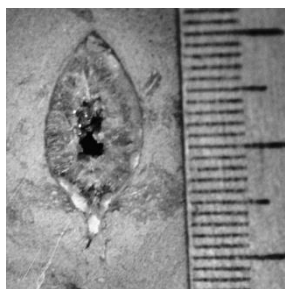


Рис. 1. Жеода миндалевидной формы



Рис. 2. Радиально-лучистое строение кальцита в глинистом известняке, продольное сечение секретии

Второй тип секретий имеет трёхслойное строение. Внешняя оболочка выполнена халцедоном, аналогично вышеописанному. Толщина прослоев от 1 до 5 мм. В двух образцах халцедон белой окраски, непрозрачный, имеет моховидное дендритовое строение (рис 3). Второй слой выполнен бесцветными прозрачными кристаллами горного хрусталя, кристаллы которого имеют призматически-дипирамидальную форму, тригонально-гексагональную симметрию, в сколе некоторых кристаллов виден зональный рост, толщина слойка от 0,5 до 2 мм. Второй слой выполнен также полупрозрачным кварцем (от 1 до 2 мм) или концентрически зональным агатом, толщина этого слоя изменяется от 0,5 до 1 мм. Третий слой выполнен либо горным хрусталём (4 мм), либо полупрозрачным кварцем или полупрозрачным кальцитом. Минеральный состав слойков

изменяется от одного образца к другому, но количество слоёв остаётся всегда постоянным. Иногда от неровного контура секреции отходят тоненькие прожилки (0,1...3 мм), заполненные халцедоном. Поперечное сечение секреций от округлой до овальной, иногда удлинённой формы (рис. 3).

Третий тип секреций имеет уже четырёхслойное строение. Внешний контур выполнен халцедоном общей мощностью от 0,1 до 0,5 мм или полупрозрачным кальцитом в виде щётки (0,5 мм). Далее следует зона, выполненная полупрозрачным кальцитом (0,5 мм) или агатом (до 1 мм), или халцедоном (до 3 мм). Третий прослой выполнен халцедоном (от 1 до 2 мм), либо кварцем (2 мм), либо агатом (1 мм).

Внутренняя часть секреции (до 1 мм) заполнена горным хрусталём или халцедоном. Поперечное сечение секреций этого типа близко к овальной форме с неровным слабо извилистым контуром, длина в поперечном сечении от 1 до 1,5 см, а ширина от 0,7 до 1 см. Этот тип секреций отличается утолщением третьего слоя во всех образцах до 2...3 мм (рис. 4).

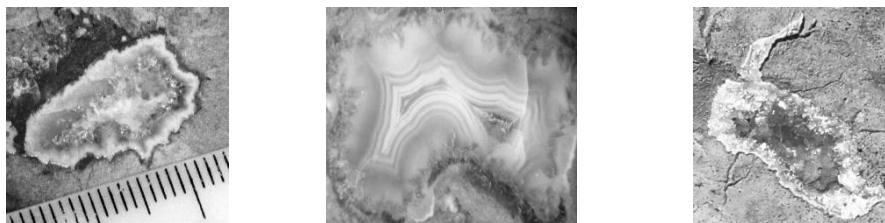


Рис. 3. Секреции с трёхслойным строением.

Контур секреции выполнен моховидным халцедоном (слева); концентрически-зональное строение халцедона (в центре), увел.×12; секреция с отходящими тоненькими прожилками, ½ натур. вел. (справа)

В одном из образцов внутренняя часть выполнена халцедоном, отдельные зоны которого имеют сферолитовое строение. Размер сферолитов изменяется от 1 до 1,5 мм (рис. 5). Существует мнение, что халцедон, особенно агат, возникает при раскристаллизации как коллоидных растворов, так и истинных, многократно проникавших в полость или ритмично поступающих в трещины. Главным доказательством неколлоидной природы растворов приводится сферолитовое строение отдельных зон халцедона, их явное нарастание друг на друга, выделившихся раньше халцедона или образующих зоны в его выделениях. Не следует забывать, что растворы, из которых он образовался, низкотемпературные (100...150° С и ниже), и растворимость кремнекислоты в истинных растворах в этих условиях невелика [1]. Среди секреций третьего типа выделен образец, у которого наблюдается прерывистая рубашка пирита по периферии.

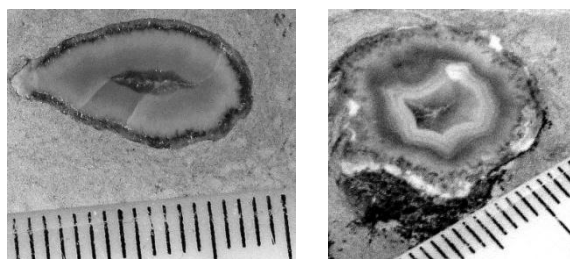


Рис. 4. Секреции с четырёхслойным строением

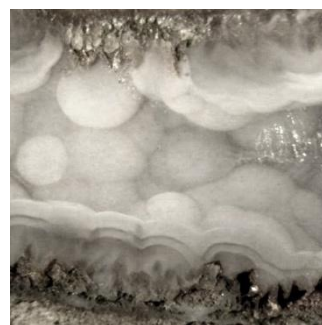


Рис. 5. Сферолитовое строение халцедона, продольное сечение, увел.× 15

Таким образом, изученные секреции имеют двух-трёх и четырёхслойное строение. Минеральные прослой выполнены халцедоном, агатом, кварцем, горным хрусталём и кальцитом, иногда наблюдается рубашка пирита. Поперечное сечение секреций (1...2 см), в основном, миндалевидной формы, края секреций неровные, извилистые, иногда с отходящими от периферии секреций тоненькими прожилками, заполненными халцедоном, иногда в ассоциации с пиритом. В строении секреций было отмечено радиально-лучистое строение кальцита и сферолитовое строение халцедона. Источником минеральных веществ, которые участвовали в образовании секреций, по-видимому, являлись восходящие гидротермальные растворы, поступавшие в уже сформированную горную породу и заполнявшие пустоты и трещины в глинистых известняках ветласянской свиты. Образование гидротерм, скорее всего, было связано с позднедевонским магматизмом, широко проявившимся на территории всего Тимана [2].

Литература

1. Годовиков А. А. Минералогия. – М.: Недра. – 1975. – 519 с.

2. Плякин А.М. Минералы кремнезёма в породах доманиковой и ветласянской свит Южного Тимана // Минералогические перспективы: Материалы международного минералогического семинара, 17–20 мая 2011. – Сыктывкар: Геопринт, 2011. – С. 252–254.

ЛИТОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ОСАДОЧНЫХ ПОРОД КАЗАНСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ (ТОМСКАЯ ОБЛАСТЬ)

Д.А. Черданцева

Научный руководитель доцент Л.А. Краснощекова

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

В юго-восточных районах Западной Сибири наибольший интерес в отношении нефтегазоносности представляют отложения горизонта Ю₁ васюганской свиты, с которыми здесь связано большинство открытых месторождений нефти и газа.

В настоящее время изученность территорий, на которых развита классическая васюганская свита, настолько высока, что практически не остается шансов на открытие крупных и средних месторождений нефти и газа, связанных с антиклинальными структурами. По мере возрастания дефицита нефтепоисковых объектов все большее внимание исследователей обращается к периферийным частям Западно-Сибирской нефтегазоносной провинции, запасы нефти на которых, хотя и не сопоставимы с запасами центральной части бассейна, представляют несомненный интерес для воспроизводства минерально-сырьевой базы региона.

Казанское нефтегазоконденсатное месторождение расположено в южной части Томской области (Парабельский район), где открыт целый ряд месторождений нефти и газа.

Согласно нефтегазоносному районированию оно расположено в юго-восточной части Западно-Сибирской нефтегазоносной провинции и входит в состав Васюганской нефтегазоносной области Казанского нефтегазоносного района.

Казанское нефтегазоконденсатное месторождение открыто в 1967 г. Месторождение приурочено к одноименной положительной структуре III порядка.

Осадочные отложения месторождения представлены мощной толщей песчано-глинистых терригенных пород мезозойско-кайнозойского возраста, которые со стратиграфическим несогласием залегают на метаморфизованных породах палеозойского фундамента.

В пределах Томской области промышленная нефтегазоносность связана с терригенными отложениями нижнего и верхнего мела, юры и отложениями доюрского фундамента в интервале глубин от 1200 до 3200 м. Наиболее перспективным является верхнеюрский нефтегазоносный комплекс. Залежи свободного газа и нефти в верхнеюрском горизонте Ю₁ обнаружены на 84 месторождениях, в средне-нижнеюрских пластах Ю₂-Ю₁₅ тюменской свиты скопления углеводородов открыты на 16 месторождениях.

В течение ранней и средней юры море эпизодически проникало на древнюю равнину во время кратковременных трансгрессий, однако стабилизация условий морского осадконакопления на описываемой территории связана с региональным погружением земной поверхности и ярко выраженным размывом ниже залегающих пород на границе батского и келловейского веков, что, видимо, является следствием проявления Адыгейской (Чегемской) фазы складчатости древнекиммерийского орогенеза.

В результате тектонических преобразований на континентальных отложениях тюменской свиты залегают трансгрессивная толща мелководно-морских осадков васюганской свиты, которая подразделяется на нижнюю и верхнюю подсвиты. Отложения нижней подсвиты представлены аргиллитами темно-серыми, плотными, крепкими. В толще аргиллитов встречаются прослои глин и алевролитов, часто имеет место замещение заглинизированных пород на песчаные пласты Ю₁₅₋₆, которые индексируются еще как пласт Ю₂₀. Отложения верхней подсвиты представлены чередованием четырех песчаных пластов (Ю₁₁, Ю₁₂, Ю₂ (Ю₁₃ и Ю₁₄)) с подчиненными прослоями аргиллитов, алевролитов и углей. В верхней части подсвиты между пластами Ю₁₁ и Ю₁₂ выделяется литолого-стратиграфический репер, состоящий из аргиллитов с большим количеством известковистых раковин пеллеципод. Песчаные пласты объединены в горизонт Ю₁, который прослеживается повсеместно и является регионально продуктивным.

При изучении 25 образцов керна из скважин 14 и 15 (с глубинами отбора керна соответственно 2481,3...2511,2 м и 2430,0...2447,5 м) были отмечены следующие типы слоистости пород (по Л.Н. Ботвинкиной): правильная горизонтальная слоистость градационного и пачечного строения в песчаниках, волнистая правильная и перекрестная (мульдообразная) слоистость в алевролитах. Подобного вида текстуры соответствуют прибрежной зоне волнений, что свидетельствует о прибрежно-морском генезисе осадочных отложений васюганской свиты. Это же подтверждает и наличие прослоев угля.

Пласт Ю₂ (Ю₁₃ и Ю₁₄) представлен песчаником и алевролитом от светло-серого до темно-серого цвета. По вещественному составу песчаники, в основном, полимиктовые аркозового типа, редко полевошпатово-кварцевые. Цемент гидрослюдистый и лейкоксен-хлорит-каолининовый.

Пласт Ю₁₂ слагается светло-серыми, слабослюдистыми, мелко-среднезернистыми крепко сцементированными песчаниками с обугленным растительным детритом. По вещественному составу преобладают полевошпатово-кварцевые и полимиктовые аркозового типа песчаники с глинистым, реже карбонатным цементом.

Пласт Ю₁₁ представлен светло-серым, мелко-среднезернистым среднесцементированным полевошпатово-кварцевым песчаником. Цемент в песчаниках полиминеральный, в составе которого присутствуют каолинит, гидрослюда, хлорит часто в ассоциации с кальцитом и сидеритом.

Возраст продуктивных пластов и разделяющих их заглинизированных пропластков во многом принимается условно и требует дальнейшего уточнения на основе биостратиграфического анализа. Мощность васюганской свиты меняется в интервале 70...90 м.

Проблема выявления и детального картирования нефтегазоперспективных объектов в юго-восточных районах Западной Сибири связана со сложным характером распределения коллекторов, способных концентрировать значительные объемы УВ, и, как следствие, – с приуроченностью залежей нефти и газа к сложнопостроенным структурно-литологическим и литологически экранированным ловушкам. Поиск таких объектов требует целенаправленного изучения келловей-оксфордских отложений в переходной и континентальной областях седиментации, разработки методических приемов, позволяющих восстанавливать особенности их геологического строения, прогнозировать зоны развития песчаных пластов горизонта Ю₁ и выполнять оценку их коллекторских свойств.

Литература

1. Ботвинкина Л.Н. Слоистость осадочных пород. – М.: Из-во АН СССР, 1962.
2. Конторович В.А., Калинина Л.М. Условия формирования и модель геологического строения келловей-оксфордских отложений в зоне замещения морских отложений континентальными // Геология нефти и газа. – 2006. – № 5.

ГЕОХИМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ СОСТАВА РАССЕЯННОГО ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА ПОРОД ВОСТОКА ТОМСКОЙ ОБЛАСТИ

Д.И. Чуйкина

Научные руководители: заведующая лабораторией О.В. Серебренникова,
научный сотрудник Н.А. Красноярова

Институт химии нефти Сибирского отделения Российской академии наук, г. Томск, Россия

Использование химической информации о молекулярном составе рассеянного в породах разреза органического вещества (ОВ) при поиске углеводородного сырья на слабоизученных территориях вносит существенный вклад в оценку перспектив поисковых работ. Получаемые в процессе исследования данные позволяют восстанавливать обстановки накопления ОВ, определять особенности его катагенетических изменений, фиксировать протекание процессов миграции углеводородов, проводить корреляцию разрезов и оценку нефтегазогенерационного потенциала отложений. Интерес к исследованиям территории правобережья реки Оби в Томской области вызван необходимостью получения новых притоков углеводородного сырья. Нами исследован молекулярный состав ОВ из параметрических скважин Восток-3 и Семиречная 1, пробуренных на востоке Томской области.

Для выявления характеристических особенностей ОВ были исследованы распределение и состав металлопорфиринов, стеранов, гопанов, периленов, нормальных и изопреноидных алканов, алкилциклогексанов, н-алкилбензолов, нафталинов, фенантронов, бифенилов, флуоренов, тетра- (флуорантонов, пиренов, хризенов) и пентациклических (бензфлуорантонов и бензпиренов) ароматических углеводородов, нафтеноароматических симонелита, дегидроабитана и 18-нордегидроабитана, дибензотиофенов, дибензофуранов и бензонафтофурана.

Из всех исследованных образцов пород битумоиды выделяли экстракцией 7 % метанола в хлороформе. Содержание металлопорфиринов и перилена определяли методом электронной спектроскопии. Состав насыщенных и ароматических УВ, дибензотиофенов и дибензофуранов исследовали методом ГХ-МС с использованием квадрупольного хромато-масс-спектрометра R-10-10C фирмы "NERMAG" и хроматографической колонки "SUPELCO", неподвижная фаза – SPB-5 (SE-54).

На Семиречной площади охарактеризованы породы верхней (васюганский горизонт – vs) и средней юры (мальшевский, вымский и лайдинский горизонты). Содержание битуминозных компонентов в породах варьирует в широких пределах от 0,04 до 0,37 %. Максимальными содержаниями характеризуются отложения вымского (0,35 %) и лайдинского горизонтов (0,37 %), хотя даже в пределах одного горизонта содержание битумоида в породах существенно меняется. Ванадилловые комплексы порфиринов зафиксированы в нижней части разреза лайдинского горизонта. Никелевые порфирины распространены более широко. Они встречаются в верхней и средней юре, а также в низах нижней юры. Перилен присутствует в высокой концентрации в верхне- и среднеюрских породах. Среди углеводородов в большинстве исследованных пород преобладают алканы. Минимальное относительное содержание алканов характеризует отложения васюганской свиты. В породах верхней и средней юры их содержание варьирует от 42 % до 79 %. Обратная картина наблюдается в распределении нафталинов. Содержание фенантронов ниже и меняется по разрезу закономерно, резко возрастают и превышая содержание нафталинов в нижней части вымского горизонта (рис. А).

Соотношение алкилбензолов и алкилциклогексанов в ОВ меняется по разрезу. Более высокое содержание алкилциклогексанов при близких значениях концентрации алкилбензолов отмечены для среднеюрских отложений, за исключением низов лайдинского горизонта (рис. Б). Повышенной концентрацией бифенилов в разрезе Семиречной площади характеризуется ОВ верхней юры.

В составе n-алканов преобладают низкомолекулярные гомологи ($n-C_{17/n}-C_{27}>1$). Величина отношения пристана к фитану, частично отражающая окислительно-восстановительные условия в бассейне седиментации ОВ, меняется от 0,7 до 2,6. Восстановительные и близкие к восстановительным условия существовали и при накоплении малышевского и лайдинского горизонтов средней юры (пристан/фитан 0.7...1,4). В окислительных и субокислительных условиях здесь накапливались осадки васюганского (верхняя юра) и отдельных участков разреза вымского (средняя юра) горизонтов. О невысокой термической преобразованности ОВ пород разреза Семиречной площади свидетельствуют повышенные в большинстве значения коэффициента нечетности (СР1).

Содержание терпанов, представленных три-, тетра- и пента- (гопаны) циклическими структурами, меняется в широких пределах (0.005...1.31 % от суммы УВ). Максимальные концентрации отмечены в ОВ средней юры. Среди гопанов в большинстве доминирует C_{30} гопан (Н). Отличительной особенностью состава гопанов ОВ Семиречной площади является наличие C_{29} и C_{31} изомеров биологической $\beta\beta$ -конфигурации, а также высокая концентрация 18 β изомера C_{27} . Это указывает на очень низкую преобразованность ОВ пород верхней и средней юры этой площади.

Содержание тетрациклических терпанов (в подавляющем большинстве представленных только гомологом C_{24}) ниже, чем трициклических. Продукты частичной ароматизации терпанов – нафтоароматические трициклические симонеллит, дегидро- и 18-нордегидроабитан присутствуют в ОВ Семиречной площади (рис. Г). Трициклический ароматический УВ ретен присутствует во всех образцах пород, бициклический кадален – производный кадинана не обнаружен только в нижнеюрских. Отсутствие промежуточных продуктов декарбосилирования и ароматизации абитановой кислоты при наличии конечных (ретен) может быть следствием невысокой степени термического преобразования ОВ. Концентрация ретена максимальна в осадках верхней юры и основания средней юры (рис. В).

Содержание стеранов в смеси УВ не превышает 0,08 %. Максимальные концентрации зафиксированы в средней юре, где также отмечено повышенное содержание диастеранов, зависящее от литологии пород и степени термической преобразованности ОВ. Диастераны отсутствуют в ОВ васюганского горизонта Семиречной площади. Соотношение эпимеров S/(S+R), возрастающее с увеличением степени термического созревания ОВ и достигающего в главной зоне нефтеобразования величины 0,4 и выше, характеризует ОВ средней и верхней юры Семиречной площади как незрелое. В область мелкого моря попадают осадки верхней части разреза (малышевский и вымский горизонты) средней юры. Остальные осадки исследованного разреза Семиречной площади накапливались в континентальных условиях. В зону углей попадает ОВ основания лайдинского горизонта, характеризующееся высоким содержанием симонеллита, ретена и кадалена, максимальным содержанием гопанов и очень низким – трициклических терпанов.

Содержание идентифицированных гетероциклических органических соединений, содержащих серу и кислород, по отношению к УВ достигает 6,1 %. Среди них существенно преобладают дибензофураны. Максимальное содержание гетероциклических соединений зафиксировано в осадках васюганской свиты. Повышенные концентрации отмечены также в основании лайдинского горизонта.

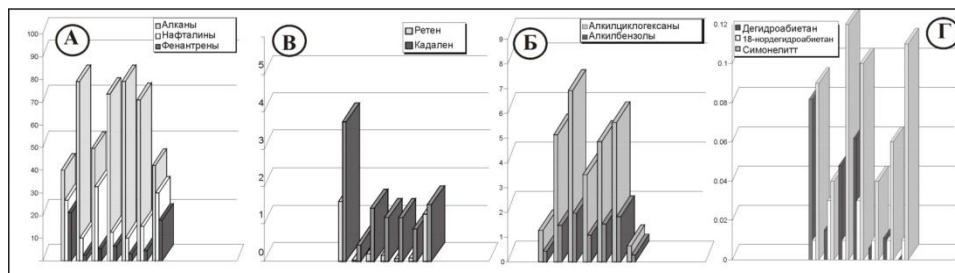


Рисунок. Характеристика состава ОВ в разрезе юры скважины Семиречная 1. В разрезе скважины Восток-3 исследованы отложения нижнего мела (илекская свита), верхней (баженовская-георгиевская свита), средней (вымский горизонт) и нижней юры (надояхский, китербютский, шараповский горизонты). ОВ нижнего мела характеризуется низкими значениями отношения П/Ф, отвечающими восстановительным условиям накопления, отсутствием пигментов и низкой зрелостью, соответствующей стадии катагенеза МК1 ($R_c < 0,65$). Низкая величина R_c и гомогопанового индекса ($< 0,5$) фиксируется также в осадках верхней и средней юры. Тем не менее, в углях средней юры отмечено аномально высокое содержание битуминозных компонентов, которое может быть следствием сорбции углями мигрирующих жидких углеводородных флюидов. Более высокая зрелость (начало МК2) отличает осадки нижней юры ($R_c 0,66...0,75$, гомогопановый индекс $0,58...0,62$), хотя отношение изопреноидных к нормальным алканам характеризует ОВ всего разреза как мало зрелое

Таким образом, установлено, что максимальными содержаниями битуминозных компонентов в ОВ Семиречной площади характеризуются отложения васюганского и вымского горизонтов, хотя даже в пределах одного горизонта содержание битумоида в породах существенно меняется. Ванадиловые комплексы порфиринов зафиксированы в нижней части разреза лайдинского горизонта. Никелевые порфирины встречаются в верхней и средней юре, а также в низах нижней юры. Периллен зафиксирован в высокой концентрации в верхне- и

среднеюрских отложениях. Среди углеводородов в большинстве образцов преобладают алканы, а в их составе – низкомолекулярные гомологи ($n-C_{17/n}-C_{27}>1$). Нафтоароматические трициклические соединения симонеллит, дегидро- и 18-нордегидроабитан отмечены в органическом веществе Семиречной площади. Трициклический ароматический УВ ретен присутствует во всех образцах пород, бициклический кадален – не обнаружен только в нижнеюрских.

В отличие от нижнего мела условия отложения ОВ верхней юры изменяются от субокислительных до окислительных. В ОВ осадков баженовской-георгиевской свит присутствуют никелевые порфирины, указывая на отсутствие сероводородного заражения в бассейне седиментации, а в осадках васюганской – перилен, свидетельствующий о мелководности бассейна. В органическом веществе осадков верхней юры, как и в других скважинах востока Томской области, наряду с *n*-алкилбензолами, присутствует значительное количество алкилбензолов с заместителем, разветвленным по α -атому алкильной цепи.

В разрезе отложений нижней юры перилен присутствует в ОВ осадков вымского, надояхского и шараповского горизонтов. В основании надояхского и китербютского горизонтов в ОВ присутствуют ванадилпорфирины, указывающие на морские условия седиментации. В соответствии с составом *n*-алканов ОВ разреза имеет в большинстве смешанный характер. Преимущественно наземные растения являлись источником ОВ нижней части разреза мела, васюганского, вымского и верхов надояхского горизонтов. Фитопланктон и прибрежные водоросли играли определяющую роль в формировании состава ОВ китербютского горизонта. Фитопланктон доминировал в органическом материале, поступавшем в осадки китербютского горизонта.

По данным о составе стеранов ОВ пород вымского и верхней части надояхского горизонтов накапливалось в дельтово-континентальной обстановке, а китербютского в области открытого и прибрежного мелкого моря.

Таким образом, в разрезе скважины Восток-3 отложения нижнего мела, верхней и средней юры характеризуются ОВ низкой зрелости. Осадки китербютского горизонта по совокупности данных о составе ОВ могут рассматриваться в качестве нефтематеринских. Они формировались в морской среде, источником ОВ служил преимущественно фитопланктон, по данным о составе фенантронов ОВ достигло стадии катагенеза МК₂.

ОЦЕНКА ЗОЛОТОНОСНОСТИ АННЕНСКОЙ ПЛОЩАДИ ПО МАТЕРИАЛАМ ГЛУБИННОЙ ГЕОХИМИЧЕСКОЙ СЪЕМКИ

Е.Ю. Шмидке

Научный руководитель профессор А.М. Сазонов
Сибирский Федеральный университет, г. Красноярск, Россия

Анненское месторождение располагается в южной части Кузеевского рудного поля, которое принадлежит Посольно-Кузеевскому рудному узлу, находящемуся в пределах Ангаро-Канской глыбы, представляющей собой выступ кристаллического фундамента Сибирской платформы.

В разрезе выделяется два структурно – вещественных комплекса архейского возраста: метаморфизованный в гранулитовой фации Канский комплекс и метаморфизованный в эпидот-амфиболитовой фации Енисейский комплекс. Комплексы прорваны магматическими образованиями от позднеархейского до позднепротерозойского возраста.

По устойчивому набору пород внутри Канского комплекса выделяются две метасерии: кузеевская и атамановская.

Кузеевская метасерия (AR₁kz) пользуется широким распространением в пределах площади. Образования серии представлены частым чередованием гиперстеновых, двупироксеновых гнейсов, плагиогнейсов и кристаллосланцев, иногда с гранатом, кордиеритом и силлиманитом. Именно к породам кузеевской метасерии приурочены практически все известные золотоносные жилы Кузеевского рудного поля.

В составе атамановской метасерии (AR₁at), кроме биотит-гранатовых гнейсов с гиперстеном и без него, существенную долю занимают высокоглиноземистые гнейсы и сланцы. Они находятся в частом "переслаивании" с двупироксен-роговообманковыми плагиогнейсами и кристаллосланцами. Породы часто мигматизированы с образованием гранитной и чарнокит-эндербитовой лейкосомы.

Характерной особенностью рассматриваемых образований является интенсивно проявленный диафторез в условиях от амфиболитовой до фации зеленых сланцев. Диафторез связан с процессами рифейской тектоно-магматической активизации и приурочен к зонам крупных долгоживущих разломов. Ареалы развития зеленосланцевых диафторитов контролируют размещение большинства известных проявлений золота.

Рудоносные образования Анненского месторождения относятся к кварцево-жильно-прожилкового типу. Рудные тела представляют собой зоны золото-сульфидной минерализации, образованные сульфидизированными кварц-серпичитовыми метасоматитами (березитами), которые сопровождаются жильным кварцем.

В 2004–2005 гг. в составе поисково-оценочных работ, выполненных ЗАО «Енисейская горно-геологическая компания», на Анненской площади были проведены глубинные геохимические поиски с применением мотобура «Кобра» по сети 400×20 м с детализацией по сети 100×20 м. Глубины скважин в среднем составили 3...4 м.

Эти данные использовались в качестве основных при выполнении данного исследования. Объем анализов по Анненской площади составил 2366 проб. В выборке ($n = 2366$) представлены следующие элементы: Fe, Cr, Zn, Cu, Rb, As, Co, Mn, Ni, Pb, Se, Bi, Ga и Au.

Целью исследования являлось выделение перспективных на золото участков и их оценка с предварительным выделением типоморфных ассоциаций элементов, характерных для золотого оруденения на данной площади.

При обработке данных выполнялись следующие виды работ:

- изучение разрезов скважин;
- составление базы данных (сортировка по породам);
- расчет основных статистических параметров (фоновых и аномальных содержаний элементов);
- расчет коэффициентов концентрации элементов в породах;
- расчет коэффициентов корреляции;
- построение дендрограмм;
- анализ информации и выделение ассоциаций элементов;
- построение и анализ моноэлементных карт элементов типоморфных комплексов;
- расчет комплексных показателей;
- построение карт комплексного показателя;
- выделение, систематизация и интерпретация комплексных геохимических аномалий;
- подсчет прогнозных ресурсов категории Р2.

Анализ полученных коэффициентов корреляции, а также информации по результатам предшествующих работ, позволил выделить следующие ассоциации элементов: Au – Zn – Cu – Pb; Ni – Cr – Mn – Co – Fe.

Эти комплексы выделены по данным разрезов скважин для того, чтобы использовать ассоциации при обработке результатов глубинной геохимической съемки «Кобра».

По данным геохимического опробования «Кобра» у золота с цинком и медью установлена наиболее явная корреляционная связь, что аналогично результатам расчетов по данным поискового бурения. В ряду корреляции необходимо отметить неожиданно слабую связь золота со свинцом, имея в виду, что в рудах в той или иной мере постоянно присутствует галенит, местами даже в виде сплошных галенитовых руд.

По полученным картам аномальных концентраций золота и элементов типоморфного комплекса также можно сделать вывод о том, что особо ярко золоту сопутствуют медь и цинк, которые, в свою очередь, имеют совпадения с ореолами свинца.

Стоит отметить, что выявленные положительные корреляционные связи рудного золота с цинком и медью ставят их в ряд надежных поисковых признаков золотого оруденения. Учитывая дешевизну и экспрессность приближенно-количественного спектрального анализа (по сравнению с количественными методами), эти элементы могут использоваться на стадии предварительной разбраковки проб в качестве индикатора наличия или отсутствия золота, что значительно снизит затраты на аналитические работы.

После расчета комплексного показателя, общих аномалий элементов типоморфного комплекса (Au – Zn – Cu – Pb) была построена карта-схема аномалий комплекса (рис.).

Условные обозначения

	Аллювиальные, делювиальные отложения. Галечники, пески
	Гнейсы, плагиогнейсы, амфиболиты
	Милониты. Катаклазиты.
	Диафториты, диафторированные породы
	Кварц-полевошпатовые метасоматиты
	Отработанные россыпи золота
	Тектонические нарушения
	Профиля бурения «Кобра»
	Золоторудные жилы
	Комплексные ореолы Цинк-Медь-Свинец-Золото

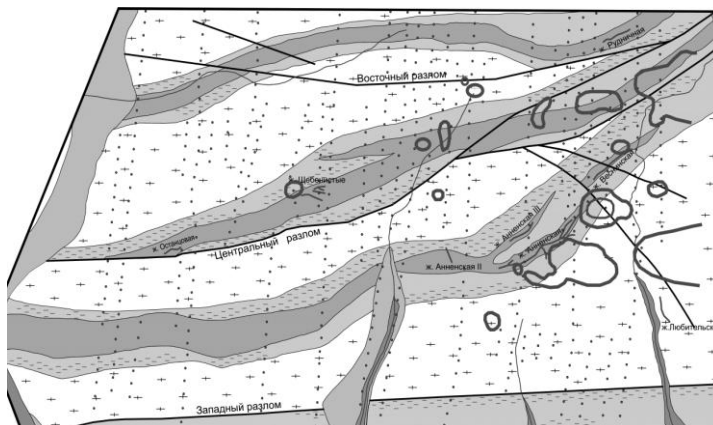


Рисунок. Комплексные ореолы Au – Zn – Cu – Pb, наложенные на геологический план Анненской площади

Комплексные аномалии имеют вытянутую форму и протягиваются в юго-восточном направлении, уходя за пределы Анненской площади. Это указывает на возможное проявление сульфидного медно-цинкового оруденения за границей площади и на появление рядом золота, так как медь и цинк проявляют себя как элементы типоморфного комплекса, что подтверждено расчетами корреляционных связей и построением дендрограмм.

Имеются предпосылки для доизучения и продолжения участков на юго-восток, их оконтуривание и постановка дальнейших работ за пределами Анненской площади.

Для более детального рассмотрения и подсчета прогнозных ресурсов на площади условно были выделены участки Восточный и Юго-Восточный. Суммарные прогнозных ресурсы категории P2 по участку Восточный составили 5 т, что позволяет отнести данный участок к мелкому.

Основные выводы сводятся к тому, что золоторудный потенциал окрестностей Анненской площади на настоящий момент полностью не раскрыт и имеются реальные предпосылки расширения масштабов месторождения.

МАФИТ-УЛЬТРАМАФИТОВЫЙ МАГМАТИЗМ КАНСКОЙ ГЛЫБЫ ВОСТОЧНОГО САЯНА И СВЯЗАННАЯ С НИМ РУДОНОСНОСТЬ

А.Н. Юричев

Научный руководитель профессор А.И. Чернышов

Национальный исследовательский Томский государственный университет, г. Томск, Россия

В северо-западной части Восточного Саяна выходы пород раннего докембрия распространены в пределах Бирюсинского и Канского выступов фундамента Сибирской платформы, а также в Дербинском антиклинории Восточно-Саянской складчатой системы. Исследование этих структур показало, что Канская глыба по своему внутреннему строению, набору и составу геологических формаций, характеру магматизма и особенностям металлогении весьма сходна с типичными раннедокембрийскими зеленокаменными поясами древних кратонов [8]. Размеры глыбы примерно 200×(15...50) км. В ее строении принимают участие метаморфизованные преимущественно вулканогенные троговые комплексы, включающие протрузии и интрузии ультрамафит-мафитового состава, мигматит-гнейсовые купола и гранодиорит-плагиигранитные массивы, а также гнейсы и гранитоиды основания.

При проведении ранее геологосъемочных и прогнозно-металлогенических работ на территории Канской глыбы среди метаморфизованных осадочно-вулканогенных толщ были выявлены многочисленные ультрамафитовые и мафит-ультрамафитовые тела, в которых неоднократно отмечалась рудная минерализация меди, никеля и благородных металлов. Они были отнесены к четырем формационным типам и объединены в четыре комплекса: реститовый – идарский дунит-гарцбургитовый и магматические – кингашский дунит-верлит-пикритовый, талажинский плагидунит-троктолит-габбро-анортозитовый и кулибинский перидотит-пироксенит-габбровый.

Кингашский дунит-верлит-пикритовый комплекс (AR₂-R₁) представлен линзовидными телами размером от нескольких десятков метров до 15 км при мощности от первых метров до 100 м и более, которые обычно имеют северо-западное простирание и развиты в составе отложений караганского комплекса. Характерной особенностью пород кингашского комплекса является наличие в них кумулятивных и бластопорфировых структур, свидетельствующих об их образовании в гипабиссальных и субвулканических условиях [3].

Наиболее представительным и эталонным объектом этого комплекса является Кингашский массив, который неоднократно изучался многими исследователями [1 – 2, 5, 10, 11] и является рудомещающим для одноименного Cu – Ni – Pt месторождения. Кингашский мафит-ультрамафитовый массив отличается довольно сложным внутренним строением. Несмотря на пристальное к нему внимание, многие аспекты его внутреннего строения и происхождения остаются дискуссионными. Одни исследователи относят его к расслоенным интрузиям [2], другие считают его субвулканическим телом базальт-коматиитовой формации [10, 11], третьи рассматривают его в качестве фрагмента кингашского базальт-коматиитового вулканического комплекса [5, 6], четвертые считают, что по формационным признакам массив больше соответствует полигенным комплексам, а не расслоенным интрузиям [1].

Кингашский массив в плане картируется в виде крупной линзы (3×0,7 км), вытянутой в северо-западном направлении, и имеет согласное залегание со структурой пород обрамления. Контакты его с вмещающей толщей тектонические. Массив сложен ультрамафитами и габброидами, со значительным преобладанием первых. Ультрамафиты обнажаются в его северной части, а в южной они перекрываются габброидами. Согласно нашим исследованиям, ультрамафитовая часть разреза массива сложена, преимущественно, кумулятивными дунитами и их серпентинизированными разновидностями, при этом верлиты и пикриты пользуются ограниченным распространением. Выделяемые породы не обнаруживает какой-либо стратификации в массиве, а распределяются хаотично. На ультрамафиты приходится все промышленные запасы никеля, меди, кобальта и благородных металлов. Руды преимущественно вкрапленные (интерстиционно-вкрапленные, гнездово-вкрапленные, сидеронитовые и шпирово-вкрапленные) и охватывают в разной степени все ультрабазиты месторождения. Жильные сульфидные руды (брекчиевидные, массивные и флюидально-полосчатые, прожилковые) распространены в ограниченном объеме (около 0,3 %), их мощность – до 1,5 м. В приповерхностной зоне месторождения развиты зона окисления и кора выветривания. Рудная минерализация также охватывает и породы экзоконтакта в виде вкрапленности и прожилков сульфидов.

Помимо этого, ближние к Кингашскому месторождению Верхнекингашское и Куевское рудопоявления интрузий кингашского комплекса в настоящее время также состоялись крупными Cu – Ni – Pt месторождениями.

Идарский дунит-гарцбургитовый комплекс (AR₂-PR₁) представлен на Канской глыбе более чем 350 мелкими телами чаще линзовидной формы и сложен преимущественно серпентинитами по дунитам и гарцбургитам. Тела комплекса залегают преимущественно среди отложений кулижинской (кусканакской) толщи и на ее границе с кузынской. Породы комплекса имеют монотонный состав и часто характеризуются повышенным содержанием хрома (не промышленных масштабов). В большинстве случаев они полностью серпентинизированы и представлены хризотил-антигоритовыми серпентинитами. Характерной особенностью пород является наличие в них гранобластовых и порфирукластовых структур, свойственных метаморфическим образованиям. В настоящее время комплекс отнесен к бесперспективным на обнаружение Cu-Ni минерализации.

В результате тектонических процессов ультрамафиты кингашского и идарского формационных типов нередко оказываются пространственно сближены и, в отдельных случаях, совмещены. Стоит отметить, что геологическая позиция, взаимоотношение с вмещающими породами, фациальная принадлежность выделенных тел остаются недостаточно ясными. Например, целый ряд мелких линзовидных тел, относимых к идарскому комплексу, могут оказаться будинами стратифицированных тел кингашского комплекса.

Талажинский плагиодунит-троктолит-габбро-анортозитовый комплекс (R_{2,3}) по настоящее время остается слабоизученным и представлен одноименным массивом, локализованным в пределах северо-западного окончания Канской глыбы. По площадным размерам (более 40 км²), породному составу (дуниты, троктолиты, оливинные габбро и анортозиты), характеру ритмичности (4 горизонта мощностью 180...400 м и пачки по 20...26 м) и другим признакам в пределах Канской глыбы массив не имеет аналогов. Вероятней всего, он представляет рифейскую дунит-троктолит-габбровую формацию, представленную на южной окраине Сибирской платформы множеством плохо изученных массивов, из которых некоторые известны своей сульфидной Ni рудоносностью [4, 7]. В Талажинской интрузии нами впервые в главных типах пород (за исключением анортозитов) установлена сульфидная минерализация пирротин-пентландит-халькопиритовой специализации, которая позволяет предполагать наличие потенциальной промышленной медно-никелевой и благороднометальной минерализации [14]. В пользу потенциальной рудоносности объекта свидетельствуют значительное сходство массива по химизму с неопротерозойскими комплексами Северного Прибайкалья и Канады – Йоко-Довыренским плутоном и интрузией Войсис-Бей, которые содержат сульфидные Cu – Ni – Pt руды промышленного масштаба, а также обнаруженные в 2008 г. А.Н. Смагиным и А.В. Ренжином в ультрамафитах массива повышенные содержания Ni (0,2 %), Cu (0,3 %), Cr (0,2 %) и Zn, установленные в 1989 г. А.Г. Еханиным повышенные содержания Pt в аподунитовых серпентинитах с сульфидами (до 380 мг/т) и плагиодунитах (до 108 мг/т).

Кулибинский перидотит-пироксенит-габбровый комплекс (PR₁-R₂) представлен дифференцированными массивами и телами по рр. Кулиба, Кулижа, Мал. Агул, в верховьях р. Поперечный Кунгус [9]. Комплекс характеризуется преимущественно габброидным составом (роговообманковые габбро, габбро-нориты и нориты) при подчиненной роли ультрамафитов (лерцолиты, верлиты, роговообманковые вебстериты, клинопироксениты и горнблендиты) [12, 14]. Установленные аэромагнитные аномалии на исследуемой территории, очевидно, указывают на наличие значительных по объему перидотитов в основании массивов (устное сообщение А.Н. Смагина, А.В. Ренжина, 2006 г.). Судя по предварительным исследованиям и литературным данным, они могут оказаться перспективными на поиски месторождений сульфидных Cu-Ni с ЭПГ и малосульфидных ЭПГ руд [6, 13, 14]. Сульфидная пирротин-пентландитовая минерализация отмечается преимущественно в верлитах и лерцолитах и свидетельствует об их потенциальной рудоносности. В габброидах кулибинского комплекса нами обнаружены повышенные содержания золота (до 188 мг/т). Повышенные концентрации элемента (до 0,2...0,4 г/т) в этих породах отмечались ранее в 2006 г. А.Н. Смагиным и А.В. Ренжином. Возможно, перераспределение и сегрегация золота осуществлялась в процессе наложенного кислого метасоматоза, широко распространенного на исследуемой территории.

Заверение полученной информации и оценка потенциальной рудоносности талажинского и кулибинского комплексов возможно путем постановки глубокого бурения.

Ресурсный потенциал Канской глыбы скажется положительно на экономике юга Красноярского края. Включение в сферу изучения и оценки перспективных ультрамафитовых и мафит-ультрамафитовых массивов кингашского, талажинского и кулибинского комплексов может существенно пополнить сырьевую базу цветных металлов Восточной Сибири.

Литература

1. Гертнер И.Ф., Врублевский В.В., Глазунов О.М. и др. Возраст и природа вещества Кингашского ультрамафит-мафитового массива, Восточный Саян // Доклады Академии наук. – М., 2009. – Т. 429. – № 5. – С. 645–651.
2. Глазунов О.М., Богнибов В.И., Еханин А.Г. Кингашское платиноидно-медно-никелевое месторождение. – Иркутск: Изд-во ИГТУ, 2003. – 192 с.
3. Коматииты и высокомагнезиальные вулканы раннего докембрия Балтийского щита. – Л.: Наука, 1988. – 192 с.
4. Кислов В.Е., Конников Э.Г. Рифейская эпоха платиноидно-медно-никелевое рудообразования // Проблемы геологии и геохимии юга Сибири. – Томск: ТГУ, 2000. – С. 67–72.
5. Корнев Т.Я., Еханин А.Г. Эталон Кингашского базальт-коматиитового комплекса (Восточный Саян). – Новосибирск: СНИИГИМС, 1997. – 88 с.

6. Корнев Т.Я., Еханин А.Г., Романов А.П. и др. Канский зеленокаменный пояс и его металлогения (Восточный Саян). – Красноярск: КНИИГиМС, 2003. – 134 с.
7. Кривенко А.П., Глотов А.И., Балыкин П.А. и др. Медь-никеленосные габброидные формации складчатых областей Сибири – Новосибирск: Наука, 1990. – 237 с.
8. Ножкин А.Д. Раннедокембрийские троговые комплексы юго-западной части Сибирской платформы и их металлогения // Докембрийские троговые структуры Байкало-Амурского региона и их металлогения. – Новосибирск: Наука, 1985. – С. 34–46.
9. Богнибов В.И., Кривенко А.П., Изох А.Э. и др. Платиноносность ультрабазит-базитовых комплексов юга Сибири – Новосибирск: НИЦ ОИГГиМ, 1995. – 151 с.
10. Цыпуков М.Ю., Ножкин А.Д., Бобров В.А., Шипицын Ю.Г. Коматиит-базальтовая ассоциация Канского зеленокаменного пояса (Восточный Саян) // Геология и геофизика. – М., 1993. – № 8. – С. 98–108.
11. Чернышов А.И., Ножкин А.Д., Ступаков С.И. и др. Кингашский мафит-ультрамафитовый массив: геологическое положение, внутреннее строение, вещественный состав и петроструктурный анализ ультрамафитов (Восточный Саян) // Платина России. Проблемы развития, оценки воспроизводства и комплексного использования минерально-сырьевой базы платиновых металлов. Том V. – М.: Геоинформмарк, 2004. – С. 152–175.
12. Юричев А.Н., Чернышов А.И. Формационная типизация Кунгусского и Кулижинского мафит-ультрамафитовых массивов (СЗ Восточного Саяна) // Вестник ТГУ. – Томск, 2009. – № 327. – С. 244–249.
13. Юричев А.Н., Чернышов А.И. Рудная минерализация перидотитов и габброидов кулибинского комплекса (северо-запад Восточного Саяна) // Известия ТПУ. – Томск, 2011. – Т. 319. – № 1. – С. 64–70.
14. Юричев А.Н. Геолого-генетическая модель образования и потенциальная рудоносность мафит-ультрамафитовых массивов талажинского и кулибинского комплексов Восточного Саяна: автореф. дис. ... к.г.-м.н. – Томск, 2011. – 22 с.

ЭВОЛЮЦИЯ ВЕЩЕСТВЕННОГО СОСТАВА ШПИНЕЛИДОВ В ПОРОДАХ ТАЛАЖИНСКОГО МАФИТ-УЛЬТРАМАФИТОВОГО РАССЛОЕННОГО МАССИВА (СЗ ВОСТОЧНОГО САЯНА)

А.Н. Юричев

Научный руководитель профессор А.И. Чернышов

Национальный исследовательский Томский государственный университет, г. Томск, Россия

Талажинский массив локализован в пределах северо-западного окончания Канской глыбы Восточного Саяна. Его выход на дневную поверхность имеет округлую форму ($6 \times 7,5 \text{ км}^2$), а на глубине – напоминает чашу и прослеживается на 1200...1500 м от поверхности. Возраст интрузива условно считается R_2 . В его разрезе реконструируется 4 мегаритма переслаивания снизу вверх плагиодунитов, троктолитов, оливиновых габбро и анортозитов. Породные ассоциации и строение Талажинского плутона позволяют оценить его как дифференцированную расслоенную интрузию плагиодунит-троктолит-габбро-анортозитовой формации [4].

Настоящая статья посвящена изучению особенностей вещественного состава аксессуарных шпинелидов и их эволюции в процессе формирования массива. Определение химического состава минералов и их микроизображений осуществлялось на электронном сканирующем микроскопе Tescan Vega II XMU, оборудованном энергодисперсионным спектрометром (с полупроводниковым Si(Li) детектором INCA x-sight) INCA Energy 450 и волнодисперсионным спектрометром INCA Wave 700 в ИЭМ РАН (г. Черноголовка). Расчеты составов осуществлялись по программе INCA-Issue 18b с пересчетом по программам, разработанным в ИЭМ РАН.

Изучение шпинелей было проведено в плагиодунитах, троктолитах и оливиновых габбро Талажинского массива.

Плагиодуниты. Шпинелиды являются основными рудными минералами, отмечаются в виде вкрапленности мелких зерен внутри хадакристаллов оливина, реже – приурочены к интерстициям силикатных минералов. Фигуративные точки их составов на классификационной диаграмме Н.В. Павлова [1] образуют три ряда, лежащие соответственно в поля пикотитов, субферрихромпикотитов и субальмохроммагнетитов (рис. 1).

Пикотиты являются магнезиально-глиноземистой разновидностью (табл.), наблюдаются в виде самостоятельных отдельных округлых зерен размером до 0,2 мм, часто в ассоциации с сульфидной минерализацией. Такие зерна имеют темно-бурую окраску в отраженном свете и на первый взгляд напоминают раздробленные зерна оливина. Помимо этого, минерал встречается в виде сплошных агрегативных выделений размером до 2 мм в интерстиционном пространстве между зернами оливина (рис. 2). Две другие выделенные разновидности шпинелидов образуют концентрически зональные зерна, характеризующиеся сменой субальмохроммагнетитов на субферрихромпикотиты от центра зерен к их периферии. При этом, первые формируют кристаллы с высокой степенью идиоморфизма со средним размером 0,1...0,3 мм (отдельные зерна до 2 мм), а субферрихромпикотиты образуют венцовые, келифитовые каймы по периферии этих зерен (рис. 2). В целом в ряду пикотиты-субферрихромпикотиты-субальмохроммагнетиты по химизму намечается тенденция к уменьшению магнезиальности и глиноземистости и увеличению хромистости, степени окисления железа, содержания титана, ванадия и марганца от пикотитов к субальмохроммагнетитам (табл.).

Троктолиты. Шпинели образуют дискретные обособленные зерна, выделяющиеся высокой степенью идиоморфизма, местами с хорошо выраженными гранями. Отдельные из них характеризуются октаэдрическими, либо квадратными габитусами (рис. 2). Размеры таких зерен составляют до 0,1 мм. Согласно классификации [1], по химическому составу они разделяются на пикотиты и «ранние» хромистые магнетиты (рис. 1). Пикотиты имеют темно-бурую окраску в отраженном свете, близкую таковой в плагиодунитах, и наблюдаются в виде реликтовых линз, пластинок размером до 0,05 мм в матрице хромистых магнетитовых зерен. В отличие от

пикотитов из плагиодунитов они характеризуются более низкими значениями магнезиальности и глиноземистости при более высоких показателях хромистости и степени окисления железа, присутствием в составе титана (до 0,16 %), ванадия (до 0,2 %), кобальта (до 0,28 %), никеля (до 0,19 %) и цинка (до 1,9 %) (табл.).

Хромистые магнетиты являются наиболее окисленной разновидностью шпинелей. Они характеризуются низкой глиноземистостью и минимальными значениями магнезиальности при повышенных значениях хромистости. В химическом составе возрастает роль титана (до 5,13 %) и ванадия (до 0,87 %) и уменьшается содержание цинка (до 0,18 %, в отдельных пробах он отсутствует) (табл.). Нередко по зонам трещиноватости и по периферии зерен наблюдается развитие линзочек (до 0,01 мм) ильменита. В отдельных зернах обнаруживаются редкие ультратонкие включения минералов редких земель, в частности Pt и Nd (рис. 2).

Оливиновые габбро. Шпинелиды представлены хромистым магнетитом. Последний образует одиночные треугольные и округлые зерна размером до 0,06 мм, которые, очевидно, образовались путем замещения хромшпинелей.

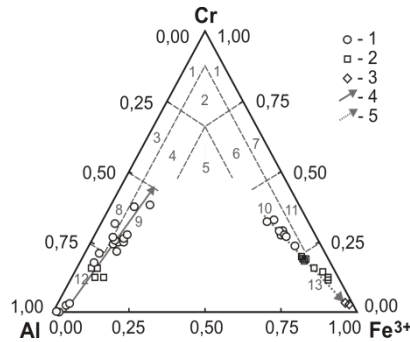


Рис. 1. Составы шпинелидов в породах Талажинского массива на классификационной диаграмме Н.В. Павлова [1]. Шпинелиды: 1 – хромит, 2 – субферрихромит, 3 – алюмохромит, 4 – субферриалюмохромит, 5 – ферриалюмохромит, 6 – субалюмоферрихромит, 7 – феррихромит, 8 – хромпикотит, 9 – субферрихромпикотит, 10 – субалюмохроммагнетит, 11 – хроммагнетит, 12 – пикотит, 13 – магнетит. Породы комплекса: 1 – плагиодуниты, 2 – троктолиты, 3 – оливиновые габбро. Тренды изменчивости состава шпинелей: 4 – тренд глубинной магматической дифференциации, 5 – тренд метаморфического преобразования в коровых условиях

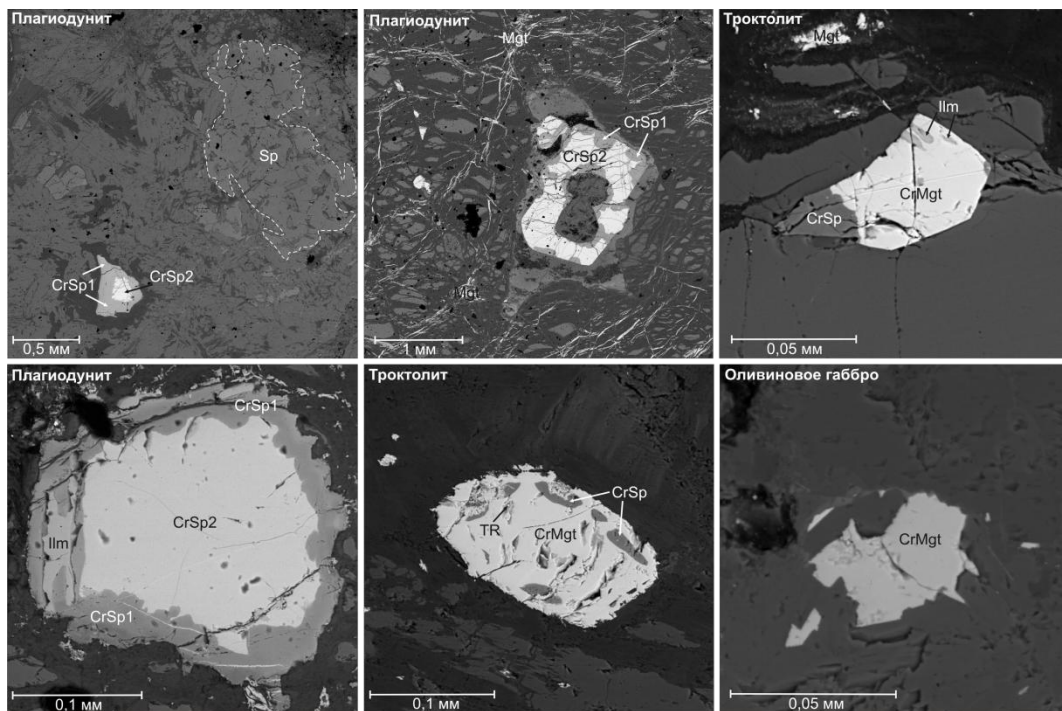


Рис. 2. Хромшпинеливая минерализация в породах Талажинского массива. CrSp (Sp) – хромшпинель (шпинель); Mgt (CrMgt) – магнетит (хромистый магнетит); Ilm – ильменит; TR – минералы редких земель

В отличие от «раннего» хромистого магнетита из троктолитов, данный магнетит характеризуется более низкой магнезиальностью, глиноземистостью и хромистостью при более высоких степенях окисления железа. В химическом составе уменьшаются содержания титана (0,23...0,77 %) и ванадия (0,18...0,22 %) (табл.).

Выводы. Химические составы аксессуарных шпинелидов Талажинского массива обнаруживают два тренда эволюции. Первоначальный магматический тренд имеет вид Al, Mg→Cr и определяет преобразование шпинелиевого расплава в глубинных магматических условиях, возможно, в верхней мантии [2, 3]. Данный тренд характеризует уменьшение глиноземистости и магнезиальности по мере возрастания содержаний хрома в системе. Более поздний тренд Al, Mg, Cr→Fe³⁺ обусловлен процессами корового метаморфизма [2, 3], проявившегося в интенсивном равномерном уменьшении хрома и полном выносе подвижных компонентов (Al и Mg) из шпинелей в силикатные минералы (хлорит, серпентин). В образцах это подтверждается наличием «свежей» хлоритовой рубашки вокруг зерен шпинелей. Данный процесс сопровождается привносом железа и его окислением. При высоких степенях метаморфического преобразования из шпинелидов практически полностью выносятся хром.

Таблица

Средний химический состав шпинелей в породах Талажинского массива, мас. %

Шпинелид	Порода	N	MgO	Al ₂ O ₃	TiO ₂	V ₂ O ₅	Cr ₂ O ₃	MnO	Fe ₂ O ₃	CoO	NiO	ZnO	Mg#	Cr#	Fe#
Пикотит	Плаггиодунит	11	16,4	64,52	н.о	н.о	3,0	0,11	18,21	н.о	0,23	н.о	63,26	3,21	1,43
Субферрихром-пикотит		14	9,02	37,25	0,67	0,46	22,99	0,62	30,43	н.о	н.о	н.о	39,53	29,57	7,61
Субальюмохром-магнетит		8	1,72	4,69	3,45	0,76	18,81	0,7	70,35	н.о	0,62	н.о	8,32	72,99	60,38
Пикотит	Троктолит	4	12,58	47,3	0,15	0,16	13,44	0,21	24,31	0,24	0,16	1,42	40,83	22,06	8,94
Хромистый магнетит		9	0,8	2,49	2,92	0,66	10,8	0,41	81,39	0,31	0,17	0,12	1,96	81,72	77,44
Хромистый магнетит	Ол-габбро	2	0,36	0,74	0,5	0,2	2,49	0,11	94,98	0,42	0,18	н.о	1,07	77,3	95,07

Примечание. N – количество анализов; Mg#(магнезиальность) = $Mg/(Mg+Fe^{2+}) \times 100$ %; Cr#(хромистость) = $Cr/(Cr+Al) \times 100$ %; Fe³⁺#(степень окисления железа) = $Fe^{3+}/(Fe^{3+}+Cr+Al) \times 100$ %; н.о – элемент не обнаружен.

Литература

1. Павлов Н.В. Химический состав хромшпинелидов в связи с петрографическим составом пород ультраосновных интрузивов // Труды Геологического института РАН. – М., 1949. – Вып. 103. – 91 с.
2. Перевозчиков Б.В., Плотников А.В., Макеев Т.Т. Природа вариаций состава рудной и аксессуарной хромшпинели ультрабазитового массива Сыум-Кеу (Полярный Урал) // Известия ВУЗов. Геология и разведка. – М., 2007. – № 4. – С. 32–39.
3. Плотников А.В. Анализ перспектив хромитонности массива Сыум-Кеу (Полярный Урал): автореф. дис. ... к.г.-м.н. – Пермь, 2009. – 21 с.
4. Юричев А.Н. Геолого-генетическая модель образования и потенциальная рудоносность мафит-ультрамафитовых массивов талажинского и кулибинского комплексов Восточного Саяна: автореф. дис. ... к.г.-м.н. – Томск, 2011. – 22 с.

С е к ц и я 3

МЕСТОРОЖДЕНИЯ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ МЕТОДИКА ПОИСКОВ И РАЗВЕДКИ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ

ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МЕТАЛЛОГЕНИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ ПРИ ПРОГНОЗНОЙ ОЦЕНКЕ ТЕРРИТОРИИ

А.К. Мазуров, профессор

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Дальнейшее совершенствование минерально-сырьевой базы, которая должна быть адекватной реалиям рыночной системы хозяйствования и стимулировать хозяйственное развитие Российской Федерации, возможно при условии повышения эффективности прогнозирования, поисков и геолого-экономической оценки месторождений полезных ископаемых, рудных узлов и районов на основе использования новых металлогенических построений и современных эффективных геологоразведочных технологий. С учетом того, что переход на прогноз с использованием компьютерных технологий предъявляет определенные требования к конечным результатам геологической съемки касающимся, прежде всего, равномерности информации, получаемой комплексом исследований на всей изучаемой территории в соответствии с масштабом работ, при выполнении ГСР-200 и ГДП-200 значительная роль должна отводиться прогнозно-минерагеническим исследованиям.

Цель прогнозно-минерагенических исследований всех масштабов может быть определена как выяснение и оценка перспектив изучаемого района в отношении практически интересных концентраций всех полезных ископаемых, возможных в его геологической обстановке. Выявление закономерностей размещения рудоносных площадей и рудных месторождений в пространстве и времени и определение прогнозных ресурсов являются главной задачей прогнозно-минерагенических исследований. К другим относятся:

обнаружение поисково-оценочных критериев на основе формационного анализа, позволяющего выяснить первопричины рудообразования и условия промышленной концентрации полезных компонентов;

изучение и систематизация типовых особенностей рудоносных площадей;

создание рациональных методов прогнозирования оруденения, базирующихся на типизации месторождений по геологическим условиям образования, вещественному составу руд, морфологии рудных тел, рудной зональности, геохимическим и геофизическим особенностям. Минерагения как часть учения о месторождениях полезных ископаемых и вещественном составе руд тесно связана с другими областями геологических наук. Она использует данные литологии, учение о формациях и формационный анализ, опирается на тектонику и ее выводы о развитии геологических структур и связанных с ними проявлений магматизма, изучает геолого-структурные и физико-химические условия образования различных магматических комплексов, вещественный состав и соотношение слагающих их пород, процессы метаморфизма. С другой стороны минерагения опирается на минералого-петрографические и геохимические критерии связи оруденения с магматизмом, вопросы петрогеохимических особенностей и минерагенической специализации магм, использует данные геохимии о закономерностях распределения и миграции химических элементов в земной коре. Прогнозно-минерагенические исследования должны быть направлены, прежде всего, на выявление закономерностей размещения рудоносных площадей и рудных месторождений в пространстве и времени и определение прогнозных ресурсов. Прогнозно-минерагенические исследования при проведении ГСР-200 и ГДП-200 в первую очередь должны опираться на рудно-формационный анализ, геолого-промышленную типизацию месторождений полезных ископаемых и на сопоставительно-сравнительную ориентировку с комплексными (геологическими, геохимическими, геофизическими) моделями объектов соответствующих рангов.

В учение о рудных формациях как системной единицы металлогенического анализа большой вклад внесли С.С. Смирнов, Ю.А. Билибин, К.И. Сатпаев, В.А. Кузнецов, Д.В. Рундквист, А.Д. Щеглов, Х.М. Абдулаев, Я.И. Белевцев, В.В. Богацкий, Д.И. Горжевский, Е.Е. Захаров, Р.М. Константинов, В.С. Кормилицин, В.И. Казанский, А.К. Каюпов, А.И. Кривцов, Ю.А. Кузнецов, Е.А. Кулиш, И.В. Кучеренко, И.Г. Магакьян, В.Т. Покалов, Е.А. Радкевич, А.И. Семенов, Ю.Г. Старицкий, П.А. Строна, П.М. Татаринев, И.М. Томсон, Е.Т. Шаталов, Г.Ф. Яковлев и др. В работах этих геологов и почти всех зарубежных авторов рудная формация рассматривается, прежде всего, с точки зрения состава руд на уровне минеральных парагенезисов. Однако для металлогенических исследований, особенно при региональных работах, важна не столько систематика руд, сколько систематика металлогенических зон, основанная на всестороннем изучении особенностей их геологической обстановки, в том числе и с современных геодинамических позиций.

Определение эндогенной рудной формации впервые в современном представлении было дано С.С. Смирновым в 1937 г. В понимании С.С. Смирнова рудная формация – это группа рудных месторождений, характеризующихся сходными парагенетическими ассоциациями минералов и возникающих в близкой геологической обстановке. Необходимо отметить, что Ю.А. Билибин – один из основоположников рудно-формационного анализа в своих работах редко употреблял термин «рудная формация», предпочитая ему термин «рудный комплекс». Однако, определяя рудную формацию как естественное сообщество месторождений, он указывал на признаки сходства состава (при наличии постепенных переходов), сходства геотектонической

обстановки, сходства связи с магматизмом, иначе говоря, формация принималась им как категория, равноправная рудному комплексу. Поэтому попытки представить рудный комплекс Ю.А. Билибина как группу, совокупность рудных формаций, имеющиеся, например, в работах Д.И. Горжевского [1] и В.А. Кузнецова [3], плохо согласуются с представлениями самого Ю.А. Билибина.

П.А. Строна [10], В.С. Кормилицин, П.А. Строна и П.М. Татаринев [2] применение термина «рудная формация» в целях металлогенического картирования и прогноза предлагали рассматривать более объемно, включая в него все рудно-породные ассоциации, связанные общностью происхождения и принадлежащие к определенным этапам в геологической истории. В тоже время П.А. Строна [11] указывал, что в идеале формационная классификация должна стать классификацией геологических обстановок формирования месторождений, к чему так настойчиво призывал С.С. Смирнов. Это позволило бы привести к одному уровню понятия о геологических и рудных формациях, соблюсти единый принцип их систематики.

К.И. Сатпаев еще в 60-х годах прошлого столетия при региональных металлогенических исследованиях рекомендовал использовать термин «металлогеническая формация» [9]. В понимании К.И. Сатпаева «металлогеническая формация» – более широкое геологическое понятие, объединяющее все характерные признаки месторождений одного генетического типа, одного минералого-геохимического состава, обладающих близкими структурно-геологическими особенностями и, кроме того, имеющих один геологический возраст. Однако «металлогеническая формация» в том объеме, как предлагал К.И. Сатпаев, не была воспринята геологами, занимающимися рудно-формационным анализом. Даже в крупной обобщающей работе «Металлогения Казахстана» [7] авторы «забыли» об определении «металлогеническая формация», которое дал К.И. Сатпаев, и оперировали понятием «рудный комплекс». Авторы указанной работы предлагали при металлогеническом анализе различать «абстрактную» и «конкретную» формации, ссылаясь на то, что так принято в учении о геологических (в частности, магматических) формациях. «Конкретная рудная формация» в их понимании – «строго фиксированное во времени и пространстве сообщество минеральных типов». Они также указывают, что синонимом этого термина является «комплекс». Исходя из определения «конкретной рудной формации» не понятно, в чем различие данного определения от определения «металлогенической формации», данного К.И. Сатпаевым, и от определения «рудного комплекса» в понимании Ю.А. Билибина. Таким образом, расширяя понятие о рудной формации, введенное в литературу С.С. Смирновым, и подменяя им понятие о рудном комплексе, данное Ю.А. Билибиным, а также вводя дополнительный термин «конкретная рудная формация», мы вносим ненужную путаницу в термины и понятия, нарушая при этом правило приоритета, следуя которому за понятием о рудной формации необходимо сохранить то содержание, которое было дано С.С. Смирновым, а за рудным комплексом – определение Ю.А. Билибина.

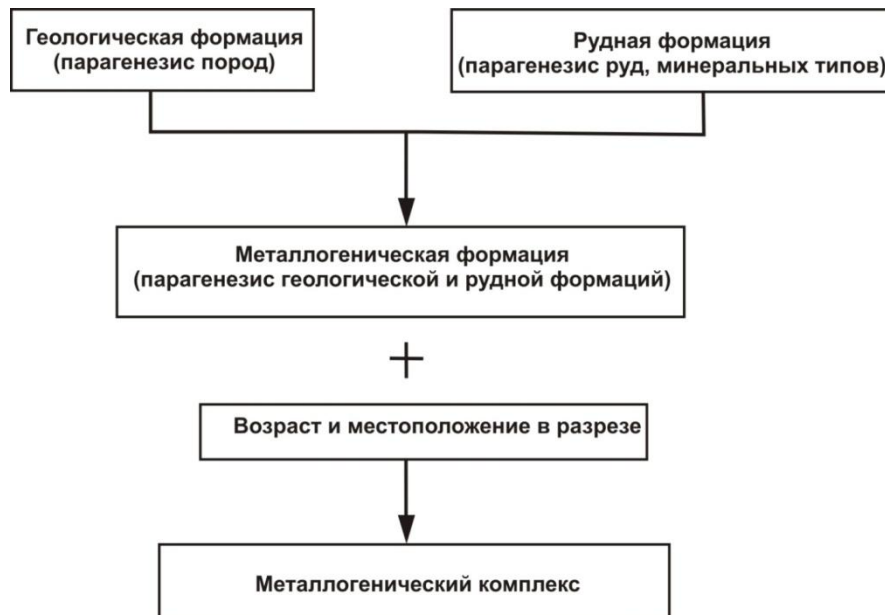


Рис. 1. Иерархия и таксонометрия формационных подразделений

Выделение металлогенических формаций и основанный на этом метод обобщения материалов дают возможность анализировать металлогению обширных, различных по структурно-геологическим особенностям регионов и выяснять основные особенности их металлогенического развития во времени и пространстве. Наиболее полно металлогенические формации палеозойд рассмотрены в работе Л.А. Мирошниченко [8]. В его понимании металлогеническая формация – это генетически взаимосвязанная ассоциация геологической и рудной формаций. Л.А. Мирошниченко указывает, что металлогеническая формация характеризуется своим, присущим только ей петрорудным фондом. Она формируется на определенных стадиях развития определенных типов структур и не встречается в других стадиях другого типа структур. По его мнению, такое определение

металлогенической формации придает ей высокую информативность и большое прикладное значение, особенно при поисках аналогов с промышленным оруденением. В то же время Л.А. Мирошниченко ставит знак равенства между металлогенической формацией и металлогеническим комплексом, что, по нашему мнению, не совсем одно и то же. Если обратиться к учению о собственно геологических и магматических формациях как наиболее полно разработанному, то видно, что между понятиями «магматическая формация» и «магматический комплекс» существует определенная смысловая разница. Вероятно, таким же образом следует поступать и в рудно-формационном анализе. Под металлогеническим комплексом следует понимать конкретное, привязанное к месту и геологическому времени, имеющее собственное наименование проявление металлогенической формации, т.е. металлогенический комплекс – это нечто такое, что можно изучить в разрезе, имеет определенный возраст, характеризуется определенными чертами, а металлогеническая формация – это уже абстракция, которая вбирает в себя типовые черты металлогенического комплекса.

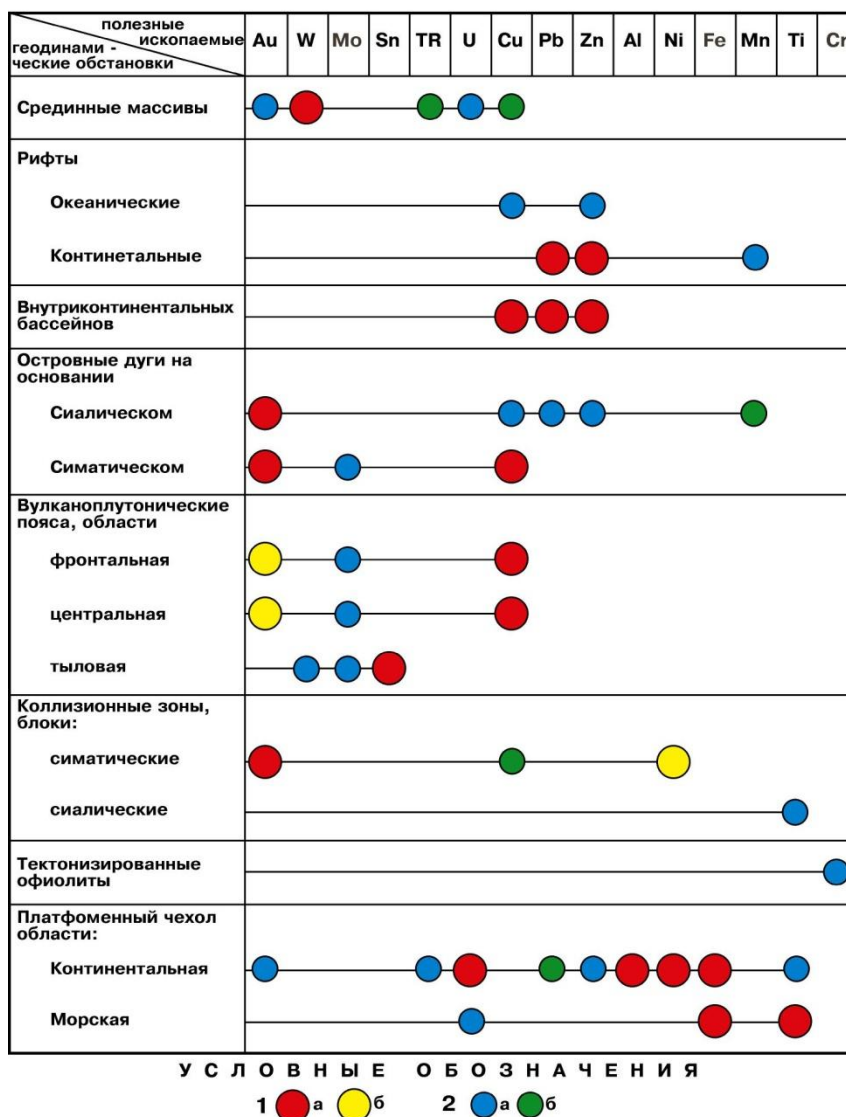


Рис. 2. Геодинамические обстановки, перспективные на приоритетные полезные ископаемые
 1 – 2 – геодинамические обстановки: 1 – высокоперспективные: а – с установленными крупными месторождениями, б – с невыявленными крупными месторождениями;
 2 – перспективные: а – с установленными крупными месторождениями, б – с невыявленными крупными месторождениями

Таким образом, иерархия и таксонометрия формационных подразделений, которая должна использоваться при прогнозно-минерагенических исследованиях, может быть представлена в виде схемы (рис. 1).

Как показала практика прогнозных построений перспективных оценок, адекватность геологической и рудной формаций оправдала себя в главном – в тесной увязке геологической формации со всем комплексом

связанных с ней полезных ископаемых. В процессе геологического доизучения ранее заснятых геологических площадей, которые являются основой поисковых и оценочных работ, для геологической формации характерен свой комплекс полезных ископаемых. В случае неполноты «набора» недостающие звенья рудного комплекса составляют перспективы прогнозных построений [4, 5, 6].

Анализ рудоносности металлогенических комплексов Казахстана показал закономерную связь промышленного оруденения с определенными геодинамическими обстановками формирования рудных месторождений. Каждая геодинамическая обстановка обладает самостоятельными геологическими металлогеническими параметрами, качественным и количественным составом руд, месторождениями «лидерами», и, как следствие, имеет свой потенциал ресурсного фонда.

Фактический материал по металлогеническим комплексам с промышленным оруденением позволяет наметить эволюцию состава и масштаб рудных месторождений, связанных своим происхождением с различными геодинамическими обстановками. Это выражается структурно – металлогеническим районированием и прогнозными оценками металлогенических комплексов, позволяющими на новой методической основе произвести перспективную оценку минерально – сырьевых ресурсов (рис. 2).

Литература

1. Горжевский Д.И. О металлогеническом значении рудных формации // Геология рудных месторождений, 1964. – № 6. – С. 54–65.
2. Кормилицин В.С., Строна П.А., Татаринцов П.М. Общие принципы систематики эндогенных месторождений на формационной основе // Тр. ВСЕГЕИ. – М., 1973. – Т. 191. – С. 186–205.
3. Кузнецов В.В. Проблемы рудно-формационного анализа и металлогении. – Новосибирск: Наука, 1988. – 244 с.
4. Мазуров А.К. Металлогенические комплексы континентальных палеорифтов Казахстана и их перспективная оценка // Руды и металлы. – М., 2003. – № 5 – 6. – С. 5–11.
5. Мазуров А.К. Металлогеническое районирование Казахстана // Известия Томского политехнического университета. – Томск, 2005. – Т. 308. – № 4. – С. 33–39.
6. Мазуров А.К. Прогнозно – минерагенические исследования при составлении государственной геологической карты – 200 второго поколения // Разведка и охрана недр. – М., 2010. – № 11. – С. 43 – 46.
7. Металлогения Казахстана // Металлогенические комплексы и закономерности их проявления. – Алма-Ата: Наука, 1983. – 208 с.
8. Мирошниченко Л.А. Металлогенические формации палеозойа Казахстана: Дис. докт. геол.-мин. наук. – Алма-Ата, 1990. – 42 с.
9. Сатпаев К.И., Жилинский Г.Б. Металлогения Казахстана // Вопросы геологии Казахстана: Сборник материалов к XXII сессии Международного геологического конгресса. – Алма-Ата: Наука, 1964. – С. 110–127.
10. Строна П.А. О применении термина «формация» к рудным образованиям // Зап. Лен. горн. ин-та. – Л., 1968. – Т. 55. – № 2. – С. 3–7.
11. Строна П.А. Главные типы рудных формаций. – Л.: Недра, 1978. – 199 с.

ВЕЩЕСТВЕННЫЙ СОСТАВ ВМЕЩАЮЩИХ ПОРОД И ЗОНАЛЬНОСТЬ МЕТАСОМАТИТОВ ЗОЛОТОРУДНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ «КЕКУРА» (ЧУКОТКА)

А.П. Баталова

Научный руководитель профессор В.Г. Ворошилов

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Месторождение Кекура располагается в пределах Коральвеевского рудного узла и приурочено к центральной части Кекурского интрузивного массива площадью около 13 км², совпадающего в своих границах с одноименным рудным полем. На эрозионной поверхности массив представляет собой овальное тело, удлиненное в северо-восточном направлении вдоль разломов соответствующей системы. Площадь массива составляет около 13 км². Судя по характеру контактов и геофизическим данным, массив имеет форму штокообразной интрузии с крутыми контактами, падающими от центра интрузии. Контакты крупного тела гранодиоритов, занимающего центральную осевую часть массива, по некоторым признакам, круто наклонены на северо-запад.

Вмещающими породами служат интенсивно тектонизированные и в приконтактовой части ороговикованные флишиды устиевской толщи позднего триаса, а также терригенные и вулканогенные породы поздней юры и раннего мела. Осадочные породы формируют сложно построенную складчатую толщу с крутым (60...70°) моноклиальным падением на юго-запад.

Сложной сетью крутопадающих разломов, преимущественно диагональных и, в меньшей мере, ортогональных направлений, отчасти маркированных поздними дайками гранит-порфиров, риолитов, аплитов и лампрофиров диоритового (спессартитового) и керсантитового составов, массив разбит на серию разновеликих блоков, напоминающих структуру «битой тарелки». Формирование разломов и даек сопровождалось интенсивным проявлением гидротермально-метасоматических процессов березитового профиля и одновременным образованием многочисленных проявлений и пунктов эндогенной золоторудной минерализации как внутри массива, так и в приконтактовой зоне.

Продуктивные рудные интервалы приурочены к зонам березитов, закономерно размещаясь в центральной зоне полнопроявленных метасоматитов. Исходным субстратом являются диориты, кварцевые диориты, монцодиориты и гранодиориты, характер метасоматических преобразований по которым совершенно идентичен. Внешние геологические границы метасоматических изменений, как правило, достаточно отчетливые

и без труда выявляются при документации. Внутренние границы между отдельными фациями метасоматической колонки визуально не столь очевидны. Мощность метасоматических интервалов по скважинам колеблется в широких пределах – от первых десятков сантиметров до десятков метров. Нередко в мощных зонах метасоматитов неоднократно чередуются интервалы интенсивных изменений и относительно слабых преобразований исходных пород, что еще более затрудняет визуальное выделение внутренних границ метасоматических зон.

Основными типоморфными минералами метасоматитов являются кварц, серицит, полевые шпаты, карбонат и хлорит, а также группа рудных минералов. Различными структурно-количественными комбинациями перечисленных минералов определяется степень метасоматических изменений пород и зональность метасоматических колонок. В их строении выделяется три метасоматических зоны: внешняя, промежуточная и внутренняя.

Внешняя зона (березитизированные гранитоиды) характеризуется относительно слабыми и средней степени вторичными изменениями исходных интрузивных пород. Темноцветные минералы субстрата (амфибол, биотит) замещаются последовательно хлорит-пеннином, пиррофиллитом и мусковитом в ассоциации с карбонатом (сидеритом). Карбонат, помимо участия в псевдоморфозах, развивается в массе породы в виде пятнистых обособлений. В виде поздних секущих прожилков отмечается кальцит. Объем вторичных новообразований составляет до 30...50 % породы. Структурный облик субстрата полностью сохраняется. Содержание золота, по данным атомно-абсорбционного анализа, составляют от сотых до десятых г/т.

Промежуточная зона характеризуется полным исчезновением хлорита, замещенным карбонатом и мусковитом, иногда с примесью иголок рутила.

Заметно возрастает роль кварца, корродирующего полевые шпаты и мусковитовые псевдоморфозы по темноцветным минералам вплоть до полного их замещения.

Кварц, как правило, образует изометрично-бластические зерна разного размера (0,01...0,6 мм). Иногда при значительном разрастании зерен формируются пятнистые метасоматические скопления, в которых могут содержаться реликты полевых шпатов и слюд. Часто березиты секутся монокварцевыми прожилками мощностью до 1 см. Контакт кварца с метасоматитами четкий. Кварц формирует мелко- и среднезернистые агрегаты с шестоватой формой индивидов. Нередко кварц засорен реликтовыми пелитовыми частицами и чешуйками серицита. Практически во всех шлифах отмечаются гнездообразные скопления (площадью до 1x1 мм) мусковит-карбонатного состава, часто с вкрапленностью сульфидов, сформировавшиеся на месте темноцветных минералов. Количество новообразований достигает 70...90 %, в том числе кварца до 50 %. Структура первичных пород сохраняется лишь частично.

Количество рудных минералов не превышает 5 %, в среднем составляя 1...2 %. Среди них установлены – титанистые минералы, марказит-пирит, пирит, арсенопирит, пирротин, сфалерит, халькопирит, блеклая руда, самородное золото.

Таким образом, главными признаками промежуточной зоны является полное вещественное преобразование пород субстрата при резком увеличении роли кварца в составе новообразований, а также появление сульфидной вкрапленности.

Внутренняя зона (серицит-кварцевая) завершает формирование метасоматической зональности и, как указывалось, представляет основной интерес как потенциально рудное образование. Мощность зоны, в целом, прямо коррелируется с мощностью каждого отдельного интервала метасоматических пород и колеблется от первых сантиметров до десятков сантиметров и реже составляет первые метры. Зона сложена серицит-кварцевыми и кварцевыми метасоматитами, формирующими серии параллельных и ветвистых жил и прожилков, рассекающих и цементирующих интенсивно брекчированные и катаклазированные теневые фрагменты метасоматитов внутренней зоны.

Рудные образования состоят из серицита (25...35 %), кварца (65...75 %) и группы рудных минералов (сфен, рутил, пирит, арсенопирит, сфалерит, галенит, халькопирит, блеклые руды). Количество сульфидов не превышает 1...3 %, при главенствующей роли арсенопирита. Текстуры руд сложнополосчатые, брекчиевидные, массивные. Структура мелко- и среднезернистая.

Кварц продуктивной ассоциации формирует мелко- и среднезернистые агрегаты светло-серого и молочно-белого цвета. Форма зерен неправильно-полигональная. Реже наблюдаются шестоватые агрегаты. Отмечается укрупнение зерен по мере увеличения мощности прожилков. Часто обнаруживает следы деформации, приобретая волнистое угасание и мозаично-блоковое строение. Отмечаются следы перекристаллизации по узким зонам вдоль границ зерен.

Рудные минералы и самородное золото тяготеют к границам сохранившихся структурно-вещественных неоднородностей в метасоматите.

Титанистые минералы (сфен, рутил) относятся к числу наиболее ранних рудных минералов. Они приурочены к теневым псевдоморфозам по темноцветным минералам и частично либо полностью замещаются пиритом и арсенопиритом.

Пирит – относится к числу самых ранних сульфидов и развивается в основном по титанистым минералам в виде неравномерно рассеянных метакристаллов простой (квадратной в сечении), реже более сложной формы, размером 0,1...0,6 мм, в среднем 0,25...0,3 мм. Изредка образует гнездовые скопления до 7 мм. Доля пирита около 5...7 %.

Арсенопирит – основной (до 90 %) рудный минерал. В полнопроявленных метасоматитах арсенопирит относительно равномерно рассеян в породе, местами отмечается его приуроченность к скоплениям серицита. Минерал образует полные и частичные псевдоморфозы по пириту, а также формирует характерные ромбические

кристаллы короткопризматического облика, двойники сростания и прорастания, звездчатые тройники. Крупнокристаллический арсенопирит зачастую содержат реликты титанистых минералов или находится в сростании с ними, особенно со сфеном. Размер кристаллов варьирует от 0,02 до 1,2 мм, в среднем 0,3...0,5 мм. В некоторых кристаллах арсенопирита присутствуют включения пирротина или пирротина с халькопиритом-1 размером 0,01...0,02 мм. Иногда арсенопирит тяготеет к контактам кварцевых прожилков в виде мелких кристаллов ромбовидного и игольчатого габитуса.

Халькопирит-2, галенит, сфалерит и блеклая руда формируют более позднюю, по отношению к пирротин-пирит-арсенопиритовой, минеральную ассоциацию, к которой присоединяется основная масса самородного золота.

Галенит представлен в виде единичных кристаллов, деформированных по спайности, или заливообразных выделений, корродирующих арсенопирит.

Сфалерит встречается крайне редко (К-12/5) в виде аллотриоморфных зерен, размером до 0,02 мм, содержащих эмульсионную вкрапленность халькопирита. Иногда вокруг зерен сфалерита формируются каймы блеклой руды.

Халькопирит-2, также тесно ассоциирующий с блеклой рудой, образует ксеноморфные сростки, размером 0,01...0,03 мм, приуроченные к скоплениям мелкозернистого карбоната.

Самородное золото, в основной своей массе, сконцентрировано в жильной кварцевой части. Макроскопически определяемые частицы золота имеют размер от десятых долей миллиметра до 8...10 мм. В последнем случае выделения золота сложной комковатой формы занимают всю ширину кварцевого прожилка и несколько выходят за его границы. Изредка отмечаются прожилки золота шириной от долей мм до 1...2 мм, частично или полностью пересекающие столбик керна диаметром 47 мм.

Преобладают зерна размером 0,5...1 мм. Весьма незначительную роль в общем балансе рудного золота имеют его микровключения (0,01...0,3 мм) в арсенопирите, или в сростании с блеклой рудой. Форма золотин неправильная комковидная, дендритовидная, проволочковидная. Поверхность золотин неровная, ямчатая, видны следы других минералов. На поверхности крупных золотин отмечаются пленки гидроксидов железа. Цвет крупных золотин темно-желтый, мелких – желтый. Мелкое золото (0,01...0,2 мм) встречается в сростании с кварцем и арсенопиритом в виде тонких пленок, залечивающих микротрещины или интерстиции в последнем.

Литература

1. Григорьев В.М., Оникиенко Л.Д., Пилипенко Г.Н., Яковлев П.Д. Основы учения о полезных ископаемых. Лабораторный практикум – М.: Недра, 1992.
2. Новоселов К.А. Отчет о результатах работ по теме «Вещественный состав руд и оклорудных изменений рудопроявлений Кекура, Бонд, Гонч»: ГФ ООО «Сибирь», 2007.
3. Петрографический кодекс России. Магматические, метасоматические, импактные образования. Издание второе, переработанное и дополненное. – СПб.: ВСЕГЕИ, 2008. – 200 с.

ОТРАЖЕНИЕ ПРИРОДНЫХ И ТЕХНОГЕННЫХ ЗОЛОТОРУДНЫХ ОБЪЕКТОВ В ЛИТОГЕОХИМИЧЕСКИХ И БИОГЕОХИМИЧЕСКИХ ПОЛЯХ (НА ПРИМЕРЕ ДЮБКОШСКОЙ ЗОЛОТОНОСНОЙ ПЛОЩАДИ ЕНИСЕЙСКОГО КРЯЖА)

А.А. Белозерова, Г.В. Белоконов

Научный руководитель профессор В.А. Макаров
Сибирский Федеральный университет, г. Красноярск, Россия

На Дюбкошской площади уже более 100 лет интенсивно эксплуатируются месторождения золота различного генезиса. Большое распространение здесь получили золотоносные россыпи и переотложенные коры выветривания, из которых за всю историю добыто около 60 т золота.

В геологическом строении изучаемого района принимают участие породы нижнего протерозоя, рифея, палеогена, неогена и четвертичной системы. Рифейские породы вмещают известные коренные месторождения, проявления и пункты минерализации золота. К тектоническим зонам, на контакте карбонатных пород подъемской и силикатных пород кординской свит, приурочен древний карст, представленный узкими депрессиями, в которых развиты линейные мел-палеогеновые коры выветривания. Неоген-четвертичные образования вмещают россыпи золота.

Особенности геологического строения площади дают возможность предполагать наличие в пределах Дюбкошской площади не обнаруженных золоторудных объектов различного генетического типа, как известных в пределах Енисейского кряжа (золото-кварцевые и золото-кварц-сульфидные объекты, золотоносные коры выветривания), так и ранее не выделявшихся в промышленном масштабе (месторождения золотоносных конгломератов, месторождения несогласия).

На данный момент большинство россыпей на Дюбкошской площади отработаны, в связи с чем площадь характеризуется масштабным проявлением техногенного загрязнения (многочисленные дражные и гидравлические отвалы в долинах рек и ручьев).

Учитывая особенности геоморфологического строения территории, перекрытой на большей части чехлом элювиально-делювиальных отложений, а также техногенную нагрузку, существует необходимость разбраковки техногенных и природных аномалий золота.

Для решения поставленной задачи была проведена площадная комплексная геохимическая съемка, включающая в себя методы литогеохимии и биогеохимии.

Литогеохимическая съемка проводилась на площади в 65,9 км². Опробование осуществлялось по делювиально-элювиальным отложениям, в пробу отбирался материал верхнего слоя рыхлых отложений с глубины 20...40 см (сеть 200x20 м). Пробы просушивались, затем методом сухого просева отделялась фракция - 1 мм, которая подвергалась истиранию на вибрационном истирателе (75 Т-ДРМ) до фракции – 74 мкм.

Биогеохимическая съемка проводилась по сети 200x40 м в пределах этой же площади. В качестве объекта анализа была выбрана береза, как типичный представитель высшей растительности данного района, широко распространенный на поисковой территории. Анализ литературных данных [1] также позволяет выделить березу как биообъект, количественно-информативный на большое число элементов-индикаторов при поисках золота, на территории Сибири. В пробу бралась кора березы из прикорневой части ствола, из пробы составлялся брикет толщиной не менее 5 мм.

Отобранные пробы анализировались на атомно-эмиссионном и рентгенно-флуоресцентном анализаторах. Полученные результаты обрабатывались с использованием традиционного программного обеспечения (Microsoft Office Excel, Statistica, ArcGIS, Surfer).

На основе проведенных работ были построены карты, отражающие лито- и биогеохимические аномалии по 32 элементам. Наибольшее внимание привлекают такие элементы, как: As, Fe, K, Ca, Mn, Rb, Sr, Zr.

В полученных литогеохимических полях отображается геологическое строение площади и эффективно выделяются естественные аномалии элементов. В частности, породы суворовской свиты (терригенные, с прослоями карбонатов), характеризуются контрастным полем железа с пониженными значениями Fe в слоях известняков и конгломератов. Конгломераты этой свиты характеризуются повышенными значениями циркония. Геологические границы подъемской свиты с породами сухопитской серии и суворовской свиты отбиваются по аномалиям калия. Цирконий в литогеохимическом поле хорошо отображает поля развития конгломератов суворовской свиты, характеризующиеся повышенными значениями, и поля развития карбонатных пород подъемской свиты, имея при этом пониженные значения содержания. Литогеохимическим полем кальция четко картируются карбонатные породы подъемской свиты и слои известняков среди терригенных пород суворовской свиты, а также известковистые песчаники чивидинской свиты. Граниты Татаро-Аяхтинского комплекса, характеризуются повышенными содержаниями рубидия и стронция. Карбонатные слои в терригенных породах суворовской свиты характеризуются пониженным содержанием Rb и Sr. В литогеохимическом поле мышьяка картируются уже известные объекты Новое, Гавриловская яма, и менее контрастно отображены рудопроявления Орлиное гнездо и участок севернее рудопроявления Буян. В южной части площади вдоль долины р. Чубкош проявлена цепочка аномалий As средней контрастности.

В свою очередь, по результатам биогеохимического картирования ярче всего отображаются техногенные объекты. Такие техногенные аномалии, как: Гавриловская яма, объекты вдоль р. Огне, а так же рудовозная дорога на юго-западе площади отчетливо отбиваются биогеохимическими полями мышьяка и железа. Калий и кальций четко картируют техногенные загрязнения в долинах рек Дюбкош, ручья Успенский и Пьяный, а также уже упоминавшуюся Гавриловскую яму. В породах суворовской свиты выделяются вытянутые аномальные зоны биогеохимических ореолов кальция, которые, вероятно, соответствуют пластам карбонатных пород. В биогеохимическом поле марганца выделяются контрастные аномалии в районе рудопроявления Орлиное Гнездо, вблизи Гавриловской ямы, вдоль долин руч. Чубкош и р. Дюбкош. Рубидий и стронций ведут себя схоже: отражают распределение пород сухопитской серии (кристаллических сланцев) и гранитов Татаро-Аяхтинского комплекса, характеризующихся повышенным содержанием Rb и Sr на фоне пониженных значений пород Дюбкошского грабена. Контрастные аномалии данных элементов проявлены в районе Гавриловской ямы, рудопроявления Орлиное гнездо, в долинах рек Чубкош, Пьяный.

Наибольшее внимание привлекают такие элементы, как: As, Fe – положительно проявившие себя при картировании техногенных и природных золоторудных объектов; K, Ca, четко картирующие техногенные аномалии в биогеохимических полях и геологическое строение площади в литогеохимических; Mn, Rb, Sr, Zr картирующие геологическое строение как в литогеохимических полях, так и в биогеохимических.

Для выявления математических закономерностей распределения химических элементов, помимо построения моноэлементных геохимических карт, применялся факторный анализ. При статистических расчетах выделены пять литогеохимических и пять биогеохимических факторов (табл.)

Таблица

Результаты факторного анализа

№ фактора	Литогеохимическое поле	Биогеохимическое поле
1	Карбонатно-терригенный (марганцевый) (FI(16 %) = Mn ₇₈ Fe ₆₄ Ca ₅₆ Zn ₃₅ /Zr ₆₀)	Мышьяковый (FI(26 %) = Fe ₈₀ Ti ₇₈ As ₆₇ Rb ₆₄)
2	Карбонатно-терригенный (FII(19 %) = Ti ₈₀ K ₇₈ Rb ₆₂ Fe ₅₄ Zr ₂₄ /Ca ₅₀)	Карбонатно-терригенный (марганцевый) (FII(14 %) = Mn ₈₅ Zn ₈₄ Ca ₄₇ Sr ₂₂)
3	Калиевый (FII(19 %) = Ti ₈₀ K ₇₈ Rb ₆₂ Fe ₅₄ Zr ₂₄ /Ca ₅₀)	Калиевый (FII(10 %) = K ₈₈ Rb ₄₇ Zr ₂₃ /Pb ₂₄ As ₂₃)
4	Гранитный (FIV(9 %) = Sr ₈₂ Rb ₅₄ Pb ₃₈ Zn ₂₂)	Карбонатно-терригенный (FIV(11 %) = Sr ₆₈ Ca ₆₀ Rb ₂₄ /Cu ₆₇)
5	Мышьяковый (FV(6 %) = As ₉₈)	Гранитный (FIV(11 %) = Sr ₆₈ Ca ₆₀ Rb ₂₄ /Cu ₆₇)

Анализ совокупности полученных материалов показал, что для решения поставленной задачи наиболее информативны два следующих фактора: третий биогеохимический и пятый литогеохимический.

Третий биогеохимический и второй литогеохимический факторы являются преимущественно калиевыми, но имеют в своей структуре значительный вклад в структуру фактора рубидия. Повышенные значения данного фактора отмечаются в районе рудопроявления Орлиное Гнездо, на Гавриловской Яме, в долинах ручьев Пьяный, Чубкош, Успенский и реки Дюбкош.

Пятый литогеохимический фактор выделен как мышьяковый по причине абсолютного преобладания в его структуре содержания этого элемента. Это единственный фактор, отражающий связь мышьяка и золота. Первый биогеохимический фактор выделен как аналог литогеохимического мышьякового, так как единственный содержит в своей структуре мышьяк. Повышенным значениям мышьякового фактора соответствуют известные объекты – Гавриловская яма, рудопроявления Новое, Орлиное Гнездо, северная часть рудопроявления Буян. Кроме того, повышенные значения выделяются севернее рудопроявления Новое и в долине руч. Чубкош.

Основными элементами-индикаторами золотого оруденения для Дюбкошской площади являются мышьяк и золото. Сочетанием положительных аномалий этих элементов характеризуются известные золоторудные объекты, относящиеся к золото-кварцевому типу – рудопроявления Новое, Орлиное Гнездо, Заявка 13. Перечисленные объекты положительно отражаются в мышьяковом факторе. Исходя из анализа геохимических полей рудопроявления Новое, Орлиное Гнездо, Буян представляют поисковый интерес.

Изучение биогеохимических полей позволяет сделать выводы о степени техногенного воздействия на ландшафт в пределах Дюбкошской площади. В частности, положительными аномалиями мышьяка и железа характеризуется долина реки Огне, выше по течению которой находятся хвостохранилище и отстойник Советского рудника. Менее контрастными аномалиями мышьяка и железа картируется рудовозная дорога в юго-западной части площади. Кроме того, в долинах ручьев Успенского, Пьяного, Новоникольского, Чубкош выделяются контрастные аномалии калия. Предположительно, данные аномалии связаны с отработкой россыпей в долинах этих водотоков. Повышенные значения калия объясняются наличием глинистых эфлальных отвалов в долинах ручьев Дюбкошской площади. Техногенную природу упомянутых выше аномалий подтверждают результаты факторного анализа, в частности выделенный калиевый фактор.

Применение полученных результатов позволит надежнее разрабатывать природные и техногенные аномалии и повысить качество проводимых поисковых работ.

Литература

1. Ковалевский А.П. Биогеохимия растений и поиски рудных месторождений: Дис. На соискание степени докт. геол.-мин. наук. – Москва, 2007. – 360 с.

ВНУТРИРУДНЫЙ МЕТАМОРФИЗМ И ПРИРОДНЫЕ ТИПЫ ЗОЛОТОСОДЕРЖАЩИХ РУД

А.П. Вахрушева

Научный руководитель профессор С.В. Сендек

Санкт-Петербургский государственный горный университет, г. Санкт-Петербург, Россия

Золоторудные месторождения минерализованных зон в черносланцевых породных комплексах относятся к категории большеобъемных промышленных объектов. Особенность этих месторождений заключается в длительности и многочисленности рудообразующих минеральных ассоциаций, формирующих природные типы руд.

Минеральный состав руд составляют прожилково-вкрапленные кварц-карбонат-альбит-серицит-хлоритовые жильные и мелкие пирит-арсенопиритовые рудные минералы в дислоцированных и гидротермально преобразованных породах. Рудные минералы общим объемом до 5 % распределены в виде тонких прожилков и вкраплений. На этом фоне формируются более поздние по времени образования минеральные ассоциации в виде метасоматического окварцевания первичных оруденелых пород с новыми генерациями пиритов, арсенопиритов, появляются новообразования блеклой руды, сфалерита, галенита. Еще более поздние стадии развиваются по типу метасоматических преобразований ранних парагенезисов минералов с одновременным телескопированием новых ассоциаций минералов в виде относительно маломощных стержневых жил [3].

Золото в рудах рассматриваемых месторождений многоформно. Значительная часть его представлена дисперсными и тонкими сростаниями с пиритом и арсенопиритом ранних продуктивных ассоциаций, часть в виде тонких и мелких зерен присутствует в полиметалльной минеральной массе и меньшая по массе золота часть присутствует в свободной форме в жильных минералах в виде мелких, редко средних зерен. Именно тонкое и дисперсное золото, тесно связанное с пирит-арсенопиритовой прожилково-вкрапленной минерализацией в углеродистых дислоцированных породах, определяет эти руды как упорные по извлечению из них золота. Не случайно, что на первых этапах изучения и эксплуатации большеобъемных месторождений промышленный интерес представляли собственно кварцевожильные тела и зоны, в которых золото присутствовало в более высоких концентрациях и в виде свободных легко извлекаемых зерен. Формационный и промышленный тип месторождений рассматривался как золото-кварцевая формация [1, 2].

На практике выделение различных типов руд из штокверковых и минерализованных зон представляет весьма сложную задачу, поскольку в процессе многостадийного рудообразования первично сформированные прожилково-вкрапленные руды подвержены внутрирудным метаморфическим преобразованиям без четко

выделяемых геологических границ. Можно в той или иной степени оценивать интенсивность метасоматического окварцевания, дислоцированность и рассланцованность первичных руд, новообразования рудных минералов, но выделять по этим изменениям природные типы руд без четко выраженных геологических границ не представляется возможным. Значительно важнее оценить характер преобразования первичных руд под действием интравудных процессов и поведение золота в этих преобразованиях.

В качестве примера для изучения внутрирудных метаморфических изменений первичных прожилково-вкрапленных руд нами рассмотрено Нежданинское золоторудное месторождение. Основу главного рудного тела месторождения, рудной зоны № 1, составляют рассланцованные, местами брекчированные углеродистые алевролиты. В них отмечается очень тонкая вкрапленность пирита и арсенопирита, сопровождаемая иногда редкими тонкими прожилками карбонат-кварцевого и альбит-кварцевого состава. Последующие преобразования этих руд выражаются в развитии метасоматического окварцевания по трещиноватым и брекчированным рудоносным алевролитам. Наиболее значительные изменения первичных руд сопровождаются почти полным структурно-вещественным преобразованием пелитоморфного вещества рудных алевролитов тонкой мозаикой ксеноморфных кварцевых зерен, придающих рудам роговиковый облик, на фоне которого видны теньевые включения первичных незамещенных кварцем рудных породных образований и минералов. Как уже отмечалось, золотоносность прожилково-вкрапленных руд связывается с пирит-арсенопиритовой минерализацией, в которой, по данным многих исследователей, концентрация золота достигает в пиритах десятков, а в арсенопиритах – сотен граммов на тонну. Наши наблюдения по изучению количественных соотношений сульфидных минералов и валового золота, приходящихся на пробу протоколку из отобранной руды, свидетельствуют, что при относительно невысокой весовой концентрации минералов тяжелых фракций (не более 3...5 %) существует прямая положительная корреляция между возрастающей массой сульфидов в руде и концентрацией золота в пробах. Но если весовое количество сульфидных минералов превышает 5...7 % и более, наблюдается обратная картина – концентрация золота резко убывает и на этом фоне из нескольких десятков проб появляются одна-две, в которых концентрация золота может возрасти на порядок. Подобные дисперсии означают, что природа прожилково-вкрапленных руд, на примере Нежданинского месторождения, многогранна и присутствие в этих рудах золота разноформно.

Анализ распределений величин концентраций золота в рудах, величин массовых долей золота по классам концентраций и количества проб, приходящихся на эти классы, определяет специфическую внутреннюю структуру распределений названных параметров, свойственных данному природному типу руды. Методология подобного анализа изложена в работах [4].

На Нежданинском месторождении нами взято для сравнения три уровня вертикального разреза рудной зоны 1: штольня 5, располагающаяся в 200...300 м от поверхности, штольня 2 ниже еще на 300 м и самая нижняя штольня 1. Все три штольни имеют многокилометровую длину по простиранию рудной зоны. На всем протяжении рудная зона была поинтервально опробована на полную мощность. Всего, по данным бороздового опробования месторождения, получены десятки тысяч пробирных анализов руд. Данные опробования свидетельствуют, что средние концентрации золота в анализируемых штольневых горизонтах прожилково-вкрапленных руд весьма близки. Если принять, что концентрация золота в 1,28 г/т на уровне штольни 5 является эталонной для данного типа руд, то значения концентраций золота в 1,52 и 1,69 г/т могут в процессе метаморфических преобразований иллюстрировать привнос дополнительного золота к первичным рудам в количестве до 15...20 %. Но даже в этом случае 80...85 % валового золота сохраняется в полном объеме первичной руды и именно преобразование этого золота определяет промышленный тип руды в результате внутрирудного метаморфизма. При общей схожести распределений масс золота по классам содержаний, конфигурация кривых распределения массы золота и числа проб последовательно изменяются от верхнего уровня – штольни 5 к нижнему – штольня 1. Это выражается в направленном снижении максимума распределения и возрастанию дисперсии. От верхнего горизонта к нижнему происходит перемещение массы золота из низких классов содержаний к более высоким, с образованием единичных проб с более высокими содержаниями золота (рис.).

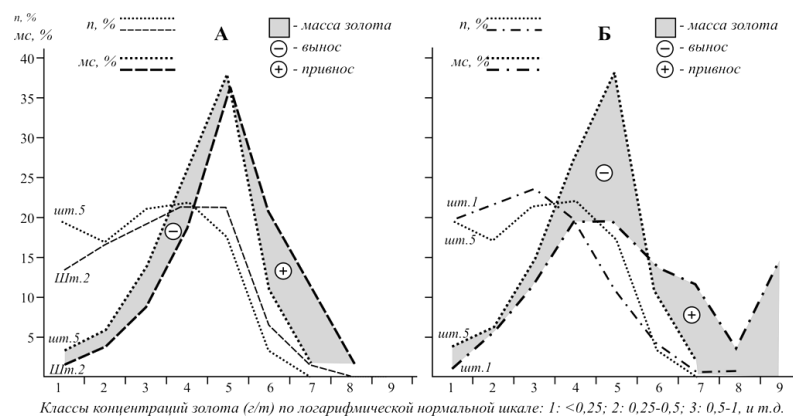


Рисунок. Распределение числа проб и масс золота в первичных прожилково-вкрапленных рудах

*Нежданинского месторождения. А - сравнительное сопоставление распределений по штольням 5 и 2;
Б - сравнительное сопоставление по штольням 5 и 1*

По результатам проведенных исследований можно сделать следующие выводы о том, что в процессе формирования многостадийных большеобъемных месторождений типа минерализованных зон и штокверков в углеродистых сланцевых комплексах пород образованные ранние прожилково-вкрапленные упорные руды под действием более поздних минералообразующих стадий подвергаются интратрудным метаморфическим преобразованиям. Эти преобразования возникают даже под воздействием непродуктивных на золото минерализационных стадий. Преобразования прежде всего выражаются в появлении прожилкового и метасоматического окварцевания руд, разложении и перекристаллизации ранних золотосодержащих пиритов и арсенопиритов.

Под воздействием внутрирудного метаморфизма в прожилково-вкрапленных рудах происходит направленное изменение форм нахождения золота за счет его перегруппировки. Исчезают тонкие, подвижные в условиях перегруппировки формы золота с одновременным образованием более крупных частиц золота.

В результате интратрудных преобразований прожилково-вкрапленные руды могут существенно терять свойство упорности по извлечению золота. Они могут и должны объединяться с другими природными типами в единый геолого-промышленный тип руды. В этом случае принципиально меняется подход к геолого-промышленной оценке месторождений подобного типа и, в частности, бортовому оконтуриванию промышленных руд по признакам внутрирудных метаморфических преобразований.

Литература

1. Гамянин Г.Н. Нежданинское золоторудное месторождение – уникальное месторождение Северо-Востока России / Г.Н. Гамянин, Н.С. Бортников, В.В. Алпатов. – М.: ГЕОС, 2000. – 252 с.
2. Наталкинское золоторудное месторождение мирового класса: распределение РЗЭ, флюидные включения, стабильные изотопы кислорода и условия формирования руд (Северо-Восток России) / Н.А. Горячев, О.В. Викентьева, Н.С. Бортников и др. // Геология рудных месторождений. – М., 2008. – Том 50. – № 5. – С. 414–444.
3. Полиформационное золоторудное месторождение / Г.Н. Гамянин, М.К. Силичев, Н.А. Горячев, Н.А. Белозерцева // Геология рудных месторождений. – М., 1985. – № 5. – С. 86–89.
4. Сендек С.В. Проявление энтропийного закона распределения массы золота при формировании промышленного оруденения / Зап. Санкт-Петербургского горного ин-та. – Санкт-Петербург, 2009. – Том 183. – С. 112–126.

УРАНОВЫЕ МЕСТОРОЖДЕНИЯ МОНГОЛИИ

О. Галнэмэх

Научный руководитель профессор Л.П. Рихванов

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Мировая атомная энергетика в течение последних 15 лет развивается ускоренными темпами. Долгосрочные перспективы мирного использования атома в XXI веке, нацеленные на удовлетворение постоянно растущих потребностей человека, максимально сконцентрированы в странах Центральной и Восточной Азии. Монголия расположена в Центрально-Азиатском подвижном поясе, который является крупнейшей трансконтинентальной тектонической структурой, представляющей собой систему складчато-надвиговых сооружений, развивающихся между древними платформами – Сибирской на севере и Китайской на юге.

Металлогеническое районирование на уран имеет важное научное и прикладное значение. Наиболее перспективные блоки, где ожидается открытие промышленных месторождений, получили название урановорудных районов и узлов. (рис.)

Общие запасы и ресурсы урана Монголии составляют 1470 тыс. т. При этом к достоверным и дополнительным относятся 80 тыс. тонн урана, т.е. 5,4 % общей оценки. Основу сырьевой базы (757 тыс. т ресурсов, 52 % от общей оценки) составляют гидрогенные объекты в связи с зонами грунтового и пластового окисления (гобийский тип). Второе место принадлежит жильно штокверковому оруденению в позднемезозойских вулканогенных комплексах (стрельцовский тип), ресурсы которого оцениваются в 313 тыс. т (21 % от общей оценки). Довольно высоки (180 тыс. тонн ресурсов урана, или 12 % общей оценки) перспективы оруденения в зонах дробления лейкократовых гранитов. Удельный вес остальных типов уранового оруденения в балансе ресурсов урана Монголии относительно невелик (в сумме 15 %) [2].

В последнее время все больше внимания привлекают высокоминерализованные озера северо-западной и восточной Монголии. Содержание урана изменяется в широких пределах и достигает 15 мг/л, делая их самыми высококонцентрированными на уран озерами на Земле, из которых возможно промышленное извлечение урана [4].

В связи с деятельностью человека, появился новый вид месторождения урана – техногенный. На теплоэлектростанциях города Улан-Батор и Чойбалсан сжигают уран-содержащие угли. Так в золошлаках золоотстойников ТЭЦ-4 Улан-Батора содержание урана варьирует в пределах 10,6...154 г/т, в среднем 54,3 г/т. На ТЭС города Чойбалсана используют уголь из месторождения Адунчулуун. Среднее содержание урана в углях месторождения составляет 32,8 г/т. Фактически это бедные урановые руды. А в золошлаках ТЭС содержание

урана составляет 207 г/т, что на 30 % меньше, чем должно быть. Это указывает на потерю части металла при сжигании и гидрозолоудаления [1, 3].

Дальнейшее изучение ураноносности Монголии не исключает возможности выявления новых формационных типов урановых месторождений, известных в Китае, Казахстане и России. Весьма перспективным на выявление гидrogenных месторождений витимского типа являются терригенные впадины с проявлениями кайнозойского вулканизма в Хэнтэе и Дариганге, а также мезозойские впадины Восточно-Гобийского района с месторождениями зон грунтового окисления в палеодолинах. Особого внимания заслуживает Гобийский регион, сходный по геологическому строению с Центрально-Кызылкумской урановорудной провинцией, где рудоконтролирующие зоны пластового окисления осложнены очагами восстановления. Гоби входит в зону молодых плит Евразии, в которых на протяжении 9000 км от гор Иберии до впадины Сунляо выявлено более 100 экзогенных месторождений урана [2]. Это заставляет высоко оценивать перспективы региона на гидrogenное урановое оруденение.

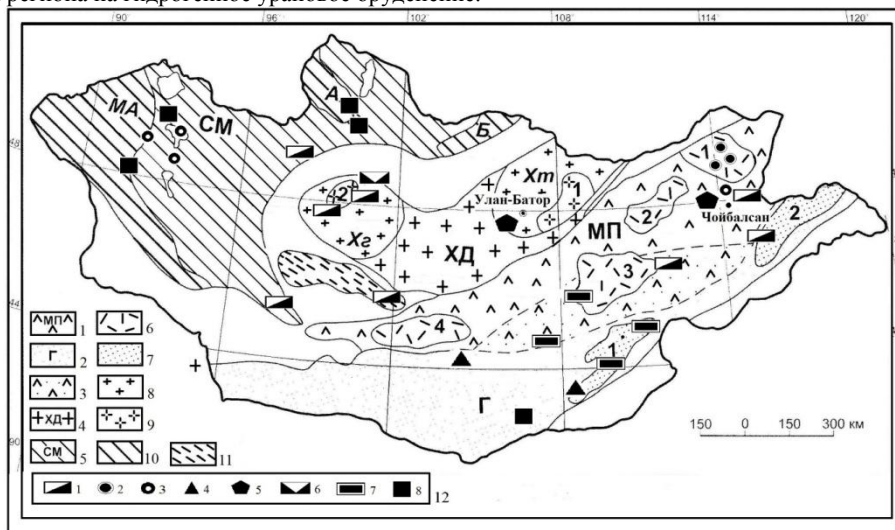


Рисунок. Схематическая карта размещения главных урановорудных объектов и перспективных ураноносных площадей Монголии (по материалам Д.А. Самовича и др., «Сосновгеология», ФГУП Урангео, г. Иркутск;

с дополнениями по Ю.Б. Миронову, Л.П. Рихванову, С.И. Арбузову, В.С. Машенькину, С.Л. Шварцеву, О. Галнэмэх и др.): 1-5 – Провинции: 1 – Монголо-Приаргунская урановорудная. 2 – Гобийская урановорудная. 3 – Область совмещения ураноносных структур Гобийской и Монголо-Приаргунской провинции. 4 – Хэнтый-Даурская урановорудная. 5 – Северо-Монгольская потенциально урановорудная. 6 – Районы: 1 Северо-Чойбалсанский, 2 Бэрхинский, 3 Восточно-Гобийский, 4 Средне-Гобийский. 7 – Районы: 1 Сайниандинский, 2 Тамцагский. 8 – Области: Хэ- Хангайская, Хт- Хэнтыйская. 9 – Районы: 1 Центральный, 2 Чулутский. 10 – Зоны, области: МА- Монголо-Алтайская, А- Арагольская, Б- Бутэлийнурская; 11- Баянхонгорская зона(вне провинции). 12 – Месторождения: 1 – Уранугольные месторождения зон поверхностного окисления (Кольджатский тип), 2 – Урановые и уран-молибденовые месторождения в вулканотектонических структурах (Стрельцовский тип), 3 – Гидроминеральный тип (озера), 4 – Комплексное уран-торий-редкоземельное карбонатитовое (Лугын гол, Мушига худаг), 5 – Техногенное (золашлаковые хранилища), 6 – Урановая в терригенных отложениях палеодолин в областях развития N-Q базальтового магматизма (Витимский тип), 7 – Урановая в терригенных отложениях в связи с зонами грунтового окисления пород (Харатский тип), 8 – Комплексное Th-U-Zr-Ta-Nb-TR месторождения с зонами альбитизации (Халдан-Бурэгтэй, Хан-Богдинский типы)

Таблица

Распределение запасов и ресурсов урана Монголии по урановорудным провинциям и месторождений (по классификации МАГАТЭ) [2]

Провинция, месторождения	Общая оценка (тыс. т)
Монголо-Приаргунская урановорудная (Дорнотское, Нэмэр, Гурванбулагское и др.)	470
Гобийская урановорудная (Харат, Хайрхан, Нарс, Гурвансайхан, Мягмар и др.)	500
Хэнтый-Даурская урановорудная (рудопоявления: Тамга, Урт, Аршан, Элстийн и др.)	150
Северо-Монгольская потенциально урановорудная	350
ИТОГО	1470

Литература

1. Абузов С.И., Машенькин В.С. Радиогеохимическая характеристика углей Монголии // Радиоактивность и радиоактивные элементы в среде обитания человека.: Материаллы III Междунар. Конф. – Томск, 2009. – С. 345–348.
2. Урановые месторождения Монголии / Ред. Ю.Б. Миронов, Ю. М.Шувалов. СПб.: Изд-во ВСЕГЕИ, 2009. – 304 с.
3. Норов Н.,Цэрэнпил Ц. Естественная радиоактивность золы бурого угля из ТЭЦ Монголии // Радиоактивность и радиоактивные элементы в среде обитания человека.: Материаллы III Междунар. Конф. – Томск, 2009. – С. 732–734.
4. Исупов В.П. Ураноносность высокоминерализованных озер Северо-Западной Монголии: Доклады академии наук, 2011. – Том 437. – № 1. – С. 85–89.
5. Benjamin S. L. Thesis: Geochemical evolution of uraniferous soda lakes in eastern Mongolia: The university of Texas at Austin, 2008 december. – P. 15.

**ОКОЛОЖИЛЬНЫЕ МЕТАСОМАТИЧЕСКИЕ ИЗМЕНЕНИЯ ВМЕЩАЮЩИХ ПОРОД
НА МЕСТОРОЖДЕНИИ АМЕТИСТА «СЕЛЬБУР» (ЮЖНЫЙ ТЯНЬ-ШАНЬ)**

С.Н. Гарибмахмадова

Научный руководитель профессор А.Х. Хасанов

Таджикский национальный университет, г. Душанбе, Таджикистан

В последние годы в Таджикистане установлены ряд проявлений различного камнесамоцветного сырья, в том числе аметиста. Среди них заметное место занимает месторождение аметиста Сельбур, расположенное на южном склоне Гиссарского хребта, южной окраинной зоны Южного Тянь-Шаня.

Рассматриваемый регион характеризуется широким развитием ниже-среднепалеозойских терригенно-карбонатных толщ и вулканитов андезитовой, спилито-диабазовой формаций по Ю.А. Кузнецову [6]. Они соответствуют формациям начальных этапов геосинклинального развития. В среднем (батолитовом) этапе развития геосинклинали в среднем карбоне протекают интенсивные подводные излияния андезитобазальтовой магмы с образованием горизонтов спилитов, порфиритов, мандельштейнов и их туфов. В инверсионном этапе развития в среднем и верхнем карбоне проявились достаточно активные тектонические процессы и складкообразование, сопровождаемые мощной интрузивной (гранитоидной) деятельностью и формированием крупного (в пределах границ Таджикистана около 5000 км²) многофазного Южно-Гиссарского батолита. Разнообразные гранитоиды батолита, несмотря на различия морфологии, петро-геохимических и структурно-текстурных особенностей, могут быть отнесены к единой гранитоидной формации по Ю.А. Кузнецову [6].

Радиологический возраст гранитоидов в среднем равен 290-300 млн. лет, что коррелируется с данными их геологического датирования. В обрамлении Южно-Гиссарского батолита отмечается ряд штоков-сателлитов, один из которых, Хачильерский шток, обнажается непосредственно в пределах месторождения Сельбур. Он сложен мелкозернистыми биотитовыми двуслюдяными аплитовидными гранитами и гранит-порфирами в значительной мере подвергнутыми альбитизации и грейзенизации. По химическому составу граниты относятся к породам нормального ряда, пересыщенным кремниескислотой, глиноземом и резко обедненным полевошпатовой известью и железомagneзиальными компонентами. По содержанию щелочей и незначительному преобладанию калия над натрием они близки к щелочноземельным гранитам по Р. Дэли, отличаясь от них некоторым преобладанием кремниескислоты. Структурные их особенности свидетельствуют о формировании гранитоидной интрузии в гипабиссальных условиях.

В конце палеозоя и начале мезозоя в субплатформенных условиях вдоль многочисленных разломов проявляются интенсивные вулканические процессы, приведшие к образованию нижнепермского покрова вулканитов липарито-дацитовой формации, мощностью около 2 км.

В триас-юрское время в условиях пенепленизации региона формируются базальные терригенные и аллитовые, близкие к бокситам, образования. Эндогенные (магматические) процессы в регионе завершаются в юрское время формированием своеобразных субщелочно-базальтоидных кимберлитоподобных даек и трубок взрыва, детально рассмотренных в специальной работе [9].

В дальнейшем последовательно, по мере изменения кислотности-щелочности глубинных флюидов и падения термодинамических условий, проявляются различные стадии метасоматических процессов [5], которые применительно к данному региону рассмотрены в работе [8]. С заключительной слабокислотной-щелочной стадией метасоматических процессов, связан комплекс локальных околожильных изменений (альбитизации, окварцевания, серицитизация и других) пород, а также формирование разнообразных рудных и неметаллических полезных ископаемых, в том числе жил горного хрусталя и аметиста, включая данное месторождение.

Аметистовое месторождение Сельбур выявлено во время поисково-съёмочных работ геологами Шираталинской партии Управления геологии Таджикистана. Различные аспекты геологии, в том числе вопросы практической разработки, изучались рядом геологов – В.Т. Горбатком, А.В. Климкиным [3], О. Коркуновым, Ю.Б. Комиссаровым, Н.А. Шахматовым, В.И. Макарянцем, С.А. Морозовым, Н.Н. Зевакиным, Н.И. Кривошековой, А.Х. Хасановым [7, 10], И.С.Оймамадовым, А. Холковым и др.

Аметистовая минерализация месторождения Сельбур, как считают, связана с плутоногенными [8] крутопадающими гидротермальными кварцевыми (с шөгками горного хрусталя) и кварц-карбонатными жилами. Они приурочены к тектоническим зонам нарушения северо-восточного простирания. На площади месторождения они размещены весьма неравномерно, серийно в виде семи жильных зон. По морфологии,

количественному содержанию аметиста и по степени проявления наложенных метасоматических процессов выделяются два типа кварц-аметистовых жил.

1. Простые по минеральному составу и морфологии линзовидные и плитообразные жилы, сложенные мелкокристаллическим, сахаровидным молочно-белым кварцем с редкими щетками горного хрусталя, лишь местами имеющим сероватый и сиреневый оттенки. Судя по характеру резких контактовых взаимоотношений с вмещающими породами (главным образом, гранитами) они образованы путем заполнения полостей тектонических зон кремнеземом глубинных гидротермальных флюидов.

2. Жилы морфологически и по минеральному составу более сложные и сравнительно менее распространенные, тяготеющие к брекчированным и интенсивно метасоматически измененным вмещающим породам. Они содержат основную часть добываемого здесь аметиста. В составе жил отмечаются также кальцит, анкерит, ортоклаз (адуляр), серицит, гематит, пирит, флюорит, лимонит, глинистые минералы и битумы. Характерно, что степень метасоматического изменения вмещающих пород в зальбандах таких жил гораздо более интенсивно проявлена в висячем боку, чем в лежащем. В этом типе жил отчетливо прослеживается прямая зависимость между интенсивностью околожильных изменений и количеством аметистовой минерализации. В жилах отмечаются нередко зональные кварц-аметистовые кристаллы, с чередованием полос кварца и аметиста.

В кварце и аметисте месторождения присутствуют многочисленные газопо-жидкие включения [7], размеры которые колеблются от тысячных долей миллиметра до 1.0...1.5 мм, причем более крупные включения отмечаются в кристаллах аметиста. Гомогенизация включений происходит жидкую фазу, причем наиболее высокую температуру гомогенизации (410...390°C) имеют включения в молочно-белом кварце. Включения в аметистизированном кварце и аметисте гомогенизируются при температуре около 135...140°C. Отложение аметиста происходит из кремнекислотно-хлоридно-бикарбонатных флюидов с повышенным содержанием трехвалентного железа, заимствованного из вмещающих пород. Наличие различных битумов в составе твердых фаз газопо-жидких включений свидетельствует о большой роли элементоорганических соединений [9] в переносе и отложении вещества и формировании продуктивных кварц-аметистовых жил месторождения Сельбур.

При формировании кварц-аметистовых жил ведущую роль играет гидротермально-метасоматическая переработка вмещающих пород – порфиритов, диабазов, их туфов и туфопесчаников, выщелачивание из них кремнезема и железа, переотложение их в полостях жил. Расчет баланса привноса-выноса компонентов показывает, что вынос кремнезема из боковых пород составляет 28...30 %, железа до 24 % [2, 10]. Экстрагированные из вмещающих пород ионы железа переоткладываются в жилах не только в виде соответствующих минералов гематита, анкерита, пирита, но и служат основным хромофорным элементом аметиста. В аметисте месторождения Сельбур отмечено повышенное (до 0.82 %) по сравнению с бесцветным кварцем содержание железа [7, 12].

Установлено [1, 4, 7], что окраска аметиста связана с вхождением в его структуру ионов железа в необычном четырехвалентном состоянии, возникших за счет трехвалентного после ионизирующего облучения.

По данным рентгеноструктурного анализа размеры элементарной ячейки аметиста месторождения Сельбур соответствуют стандартным параметрам, то есть они из-за присутствия железа не претерпевают заметных отклонений.

Выявленные особенности образования аметистовой минерализации месторождения Сельбур в тесной связи с заключительными стадиями метасоматических процессов, а также размещение основных продуктивных аметистовых жил в экзоконтактных зонах Южно-Гиссарского гранитоидного батолита на расстоянии 500...600 м от него среди пород с относительно более высоким содержанием, железа могут быть важными поисковыми критериями на этот вид камнесамоцветного сырья не только в рассматриваемом, но и в других регионах.

Литература

1. Балицкий В.С., Хетчиков Л.Н., Дороговин Б.А. В кн. «Синтез и экспериментальные исследования», 1970. – С. 75 – 82.
2. Гарибмахмадова С.Н. Особенности химизма туфопесчаников, вмещающих аметистовые жилы месторождения Сельбур.// Материалы научно-теоретич.конф. – Душанбе, 2010.
3. Горбатов В.Т., Клишкин А.В. Аметист Южного Гиссара и Каратегина. // Геология, поиски и разведка месторождений цветных камней Таджикистана – Душанбе, 1987. – С. 8 – 9.
4. Киевленко Е.Я., Сенкевич Н.Н., Гаврилов А.П. Геология месторождений драгоценных камней. – М.: «Недра», 1982.
5. Коржинский Д.С. Очерк метасоматических процессов // Основные проблемы в учении о магматогенных рудных месторождениях: Изд. АН СССР, 1955. – С. 335 – 456.
6. Кузнецов Ю.А. Главнейшие типы магматических формаций. – М.: Недра, 1964. – 387 с.
7. Морозов С.А., Хасанов А.Х., Зевакин Н.Н. Термобарохимические условия формирования аметиста Таджикистана. – М.: ДАН СССР, 1987. – Т. 296. – № 1. – С. 200 – 203.
8. Смирнов В.И. Геология полезных ископаемых. – М.: Недра, 1976.
9. Слободской Р.М. Элементоорганические соединения в магматогенных и рудообразующих процессах – Новосибирск: Наука, 1981. – 134 с.
10. Хасанов А.Х. Петрология и рудоносность метасоматических комплексов Центрального Таджикистана. – Душанбе: Изд. «Дониш», 1976. – 251 с.
11. Хасанов А.Х. Закономерности размещения, геодинамика и возможная алмазоносность кимберлитоподобных трубок взрыва Центрального Таджикистана. – Душанбе, 2004. – 168 с.

12. Хасанов А.Х., Зевакин Н.Н., Кривошекова Н.И. Особенности околожильных изменений боковых пород кварц-аметистовых жил месторождения Сельбур на Южном Гиссаре. – Душанбе: Изв. АН Тадж.ССР, отд. физ.-мат. и геол.-хим. Наук. – № 1 (119), 1991. – С. 50 – 56.
13. Хасанов А.Х., Гарибмахмадова С.Н. Закономерное размещение аметистовой минерализации в зависимости от состава вмещающих пород на примере месторождения Сельбур (Южный Тянь-Шань). // Современные проблемы геологии и разведки полезных ископаемых: Материалы научной конференции – Томск: Изд. ТПУ, 2010. – С. 300 – 303.

ГЕОХИМИЧЕСКАЯ ЗОНАЛЬНОСТЬ ЮЖНОЙ ЧАСТИ КУРЬИНСКОГО ЗОЛОТОРУДНОГО ПОЛЯ (АЛТАЙСКИЙ КРАЙ)

Ю.А. Дамбаев

Научный руководитель доцент Т.В. Тимкин

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Курьинское золоторудное поле располагается в северо-западной части Алтайского края. В региональном плане район находится на сочленении структур Обь-Зайсанской и Алтае-Саянской складчатых областей, в северо-западной части Чарышко-Чуйского блока [3].

В южной части Курьинского рудного поля располагается наиболее перспективный на обнаружение золотого оруденения одноименный участок Курьинский. На примере этого участка была дана расшифровка геохимической зональности.

Курьинское поле и выделенный в южной его части Курьинский участок расположены в пределах Курьино-Акимовской вулкано-тектонической структуры в блоке, сложенном прибрежно-морскими осадочными отложениями раннего ордовика-раннего девона (воскресенской, ханхаринской, чинетинской, барагашской), вулканогенно-осадочной кукуйской свитой среднего-позднего девона и, в подчинённом количестве, карбонатно-терригенными мелководно-морскими осадками раннего карбона (бухтарминской свитой). Непосредственно Курьинский участок практически полностью сложен кукуйской свитой и связанными с ней субвулканическими телами андезитов, диорит-порфиритов и реже дацитов и риолитов (λ , ζ , αD_{2-3kk}).

В пределах рассматриваемого района преобладают рудные объекты, связанные с магматическими образованиями кукуйского комплекса. Здесь многочисленные жилообразные тела, жильные зоны с золоторудной минерализацией встречаются в пределах распространения экструзивно-жерловых и субвулканических интрузий среднего и кислого состава. В экзо- и эндоконтактах интрузий широко развиты процессы пропилитизации, березитизации, окварцевания (вторичные кварциты) и аргиллизации. Как правило, все эти метасоматиты являются в той или иной степени золотоносными. Золотое оруденение относится к золото-серебряному промывленно-генетическому типу, формирование которого связано с развитием девонских вулканоплутонических систем [4].

В основу статьи положены результаты спектрального полуколичественного, спектрохимического анализов (1760 шт.) из вторичных геохимических ореолов рассеяния участка, любезно предоставленные нам ОАО «Горно-Алтайская экспедиция» (с. Малоенисейское, Алтайский край).

В процессе исследований нами определены фоновые и минимально-аномальные концентрации золота и элементов-спутников во вторичных ореолах рассеяния; выявлены геохимические ассоциации и исследована зональность их размещения в рудном поле; определена позиция золотого оруденения в структуре аномального геохимического поля и предложены геохимические критерии прогноза золотого оруденения в Курьинском золоторудном поле.

Фоновые и минимально-аномальные содержания элементов рассчитаны по стандартной методике А.П. Соловова [2]. Поскольку на рассматриваемой площади распределение всех элементов не соответствует нормальному закону ($A/SA > 3$ и $E/SE > 3$), то при расчете фоновых и аномальных значений использована модель логнормального распределения (табл.).

Таблица

Фоновые и минимально-аномальные значения

Элемент	Фон \tilde{X} $n \cdot 10^{-3} \%$	Станд. множ. е	Минимально аномальное содержание для N коррелирующихся точек (в градациях спектрального анализа), в $n \cdot 10^{-3} \%$								
			N=1	N=2	N=3	N=4	N=5	N=6	N=7	N=8	N=9
Au	0,005	1,58	0,019	0,013	0,011	0,010	0,009	0,008	0,008	0,008	0,008
Ag	0,053	1,29	0,11	0,09	0,08	0,08	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07
Pb	12,42	1,48	40	28	24	22	21	20	19	19	18
Cu	27,67	1,48	90	64	55	50	47	45	43	42	41
Co	14,37	1,45	44	32	27	25	24	23	22	21	21
Ni	27,27	1,51	93	65	55	50	47	45	43	42	41
Cr	42,15	1,52	148	103	87	79	74	70	68	66	64

Для выявления устойчивых ассоциаций элементов и анализа их пространственного размещения с целью расшифровки структуры геохимического поля, нами использовано группирование переменных R-методом факторного анализа [1].

Этим методом во вторичных геохимических ореолах изученной площади выявлено 4 фактора. Их интерпретация дана исходя из элементного состава ассоциаций, характера их пространственного распределения и геологической ситуации. Фактор 3 (Au, As) и фактор 2 (Ag, Pb) соответствует собственно золоторудной минерализации, хотя пространственно и разобщены за счет различия в гипергенной миграции элементов. Фактор 1 (Co, Ni, Cr, V, Cu, Sn, Zn) и фактор 4 (Ba, Sr, Mo) интерпретируются как «породные».

Указанные выше ассоциации элементов формируют аномальную структуру геохимического поля (АСГП) на уровне месторождения.

По геохимическим данным в пределах рассматриваемого участка выделяются внутренняя (ядерная), промежуточная и внешняя (фронтальная) зоны, которые имеют различные размеры, состав и степень концентрации главных и сопутствующих элементов (рис.). К ядерной части приурочен наиболее богатый аномальный участок, где ведущая роль принадлежит ассоциации Au, As, Ag, Pb, при достаточно широком участии всего комплекса элементов-спутников оруденения: Cu, Co, Ni, Cr, Mo, Ba, Sb, Bi, V.

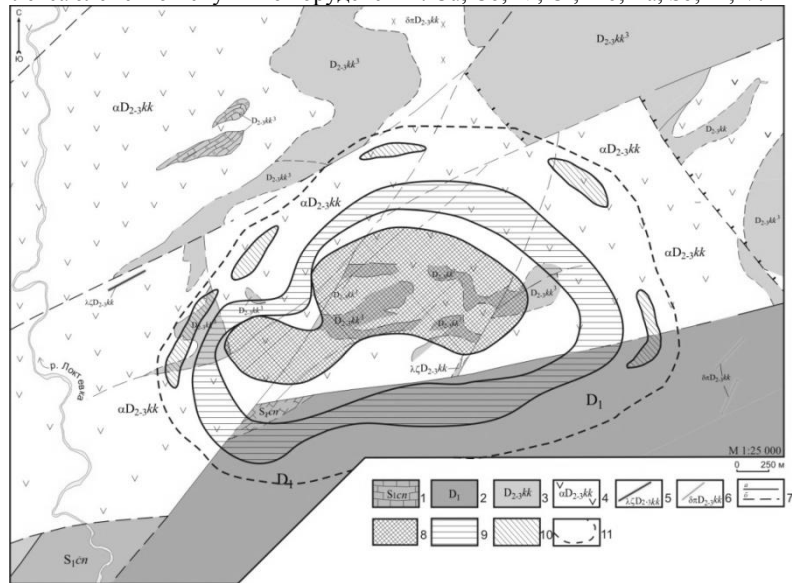


Рисунок. Модель геохимической зональности участка Курьинский:

- 1 – чинитинская свита. Глинистые сланцы, алевролиты, песчаники. Прослой известняков; 2 – терригенная толща (ранний девон нерасчлененный). Пестроцветные полимиктовые песчаники, гравелиты, конгломераты и алевролиты; 3 – кукуйская свита. Туфопесчаники и вулканотерригенные песчаники, алевропесчаники, алевролиты и аргиллиты; 4 – Кукуйский комплекс: субвулканические силлы и штоки андезитов, диорит-порфиритов, 5 – дайки риолитов, риодацитов, 6 – дайки диорит-порфиритов;**
7 – геологические границы: а – достоверные, б – предполагаемые; 8 – ядерная зона концентрирования I порядка (Au-As-Ag-Pb); 9 – промежуточная зона (Ni-Co-Cr-V);
10 – ядерные зоны концентрирования II порядка (Ba-Mo-Sr-Au-As-Ag-Pb);
11 – предполагаемый контур фронтальной зоны концентрирования

Промежуточная зона АСГП фиксируется повышенными значениями Ni, Co, Cr, V и отделяет ядерную зону от фронтальной.

Аномальные участки, приуроченные к фронтальной зоне концентрирования ранга рудного месторождения (участка), фиксируются аномалиями Ba, Mo, Sr, Au, As, Ag, Pb, набор которых в целом тот же, что и в ядерной зоне, но зональных концентрических структур они обычно не образуют.

Результаты распределения ассоциаций элементов показали, что они характеризуются концентрически зональным распределением в объеме рудного участка, что выражено в распределении высоконтрастных ореолов одних элементов в центральной части рудообразования (Au, As, Ag, Pb), а других – Ni, Co, Cr, V, Ba, Mo, Sr – по периферии.

Итак, золото-серебряное оруденение на изучаемой площади сопровождается во вторичном геохимическом поле ассоциациями (Au, As, Ag, Pb), (Co, Ni, Cr, V, Cu, Sn, Zn) и (Ba, Sr, Mo). Наиболее благоприятны для поисков золото-серебряного оруденения участки пространственного совмещения нескольких геохимических ассоциаций, которые формируют во вторичном геохимическом поле аномальную геохимическую структуру концентрического строения.

Литература

1. Девис, Дж.С. Статический анализ данных геологии. Кн. 2. – М.: Недра, 1990. – 472 с.
2. Соловов А.П. Геохимические методы поисков месторождений полезных ископаемых. – М.: Недра, 1985. – 294 с.
3. Шокальский С.П., Бабин Г.А., Владимиров А.Г. и др. Корреляция магматических и метаморфических комплексов западной части Алтае-Саянской складчатой области. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, филиал «Гео», 2000. – 187 с.
4. Щепотьев Ю.М., Вартанян С.С., Орешин В.Ю. и др. Золоторудные месторождения островных дуг Тихого океана. – М.: ЦНИГРИ, 1989. – 244 с.

ПЕТРОГРАФО-ГЕОХИМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ БАЗАЛЬТОИДОВ ХИАГДИНСКОГО РУДНОГО ПОЛЯ (ВИТИМСКИЙ УРАНОВОРУДНЫЙ РАЙОН, РЕСПУБЛИКА БУРЯТИЯ)

В.Б. Данзанов

Научный руководитель доцент В.А. Домаренко

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Хиагдинское рудное поле расположено в Республике Бурятия в Центральном Забайкалье (рис.). В соответствии с принятым тектоническим районированием территория Амалатского плато базальтов (5000 кв. км) рассматривается как окраинная часть Сибирской платформы, находящаяся на стыке с Урало-Монгольским подвижным поясом. В целом территория располагается между Курба-Амалатской и Джида-Витимской структурно-формационными зонами, входящими в состав Селенгино-Витимской геотектонической области.

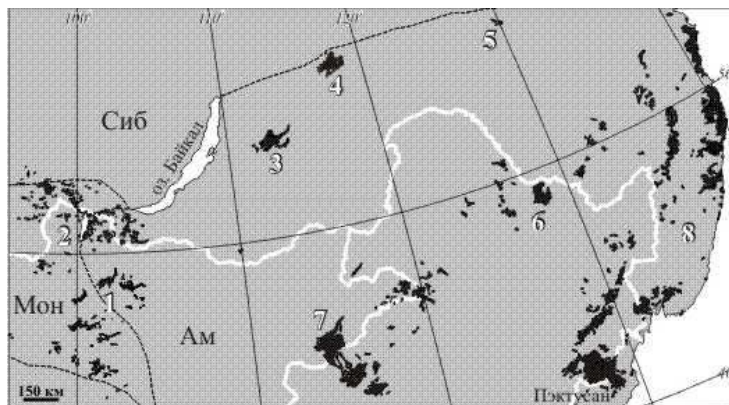


Рисунок. Схема расположения позднекайнозойских лавовых полей вулканических областей Центральной и Восточной Азии. Черным показаны лавовые поля. Белой линией даны государственные границы. Пунктирной линией – границы микролит (Мон – Монгольская, Ам – Амурская, Сиб – Сибирская). 1 – 7 – вулканические области Центрально-Азиатской субпровинции: 1 – Южно-Хангайская, 2 – Южно-Байкальская, 3 – Витимская, 4 – Удоканская, 5 – Токинского Становика, 6 – Удалянци-Кэдуо, 7 – Дариганская; 8 – вулканические области Дальневосточной субпровинции

В результате тектоно-магматической активизации в неогене, на фоне воздымания Байкальского свода, произошло интенсивное эрозионно-тектоническое преобразование рельефа всего Витимского плоскогорья и будущего Амалатского плато, в частности. В этот период произошло формирование крупных морфоструктурных элементов неогенового рельефа – Хойготской, Аталангинской, Амалатской (Большеамалатской) и Привитимской стволых долин и их многочисленных притоков, наследующих ориентировку тектонически ослабленных зон, и разделяющих их Центрального, Байсьханского и Южного поднятий. В бассейнах рек и озер последовательно накапливались рыхлые осадки, а на заключительных стадиях произошло массовое излияние базальтов, слагающих Амалатское плато. Под влиянием длительных экзогенно-эпигенетических процессов в базальных осадочных горизонтах погребенных неогеновых палеодолин сформировались гидрогенные урановые месторождения Витимского урановорудного района.

Для всех осадков продуктивной толщ джилиндинской свиты характерны аркозовый и олигомиктовый состав, отсутствие литификации, низкая степень окатанности обломочного материала, плохая сортированность, повсеместное содержание органического вещества разного вида и степени преобразования в количестве не менее 0,1...0,3 %, практическое отсутствие карбонатов (содержание CO₂ обычно менее 0,1 %, в единичных пробах до 0,67 %), следы эпигенетических изменений различной степени [1].

Верхняя вулканогенно-осадочная толща нижней подсвиты характеризуется приблизительно равным нахождением в составе разреза осадков, базальтов и их туфов. Ее мощность варьирует в пределах 80...100 м, при мощности отдельных пластов первые десятки метров. Шло постепенное заполнение палеодолин отдельными лентообразными потоками базальтов от низовьев к верховьям, что вызывало временное подпруживание

действовавших водотоков и образование небольших озер. Вследствие этого в составе осадочной части разреза толщи обычно фиксируются алевриты, глины, диатомиты, редко пески, повсеместно обогащенные пирокластическим материалом. Они образуют маломощные, до 10...15 м, линзовидные прослои и горизонты среди потоков базальтов. На отдельных участках в верховьях палеодолин среди туфов, туфопесчаников, песков спорадически отмечается бедное урановое оруденение.

Верхняя джиллиндинская подсвита – вулканогенная, представлена частично эродированным, мощным, сложнопостроенным покровом переслаивающихся отдельных потоков оливиновых базальтов, трахибазальтов, их туфами с редкими прослоями и невыдержанными горизонтами туффитов, линзами алевритов, глин, песков, хлидолитов. Общая мощность вулканогенной части разреза изменяется от первых десятков метров до 200 м. В юго-восточной части участка в составе подсвиты картируются вулканические аппараты (палеовулкан Вершинный), приуроченные к узлам тектонических зон. По данным К-Аг метода абсолютный возраст базальтов верхней подсвиты определен в 9,7 млн лет.

По петрографическому составу и текстурно-структурным особенностям среди базальтов выделяются следующие разновидности:

1. базальты гломеропорфировые миндалекаменные оливин-авгитовые;
2. лейкобазальты мелкопорфировые миндалекаменные;
3. гиалобазальты микропорфировые миндалекаменные;
4. свежие оливин-авгитовые базальты, среди которых можно выделить:

а – базальты с типичной базальтовой толейитовой структурой;

б – базальт-долериты (анамезиты) с относительно раскристаллизованной долеритовой структурой основной массы.

Основные породообразующие минералы типичны для базальтов и представлены:

Оливин от 5 до 15 % 0,2...1 мм

Плагиоклаз (лабрадор) 30...40 % 0,2...1 мм

Клинопироксен (авгит) 15...20 % от 0,02...0,05 до 0,1...0,3 мм

Вулканическое стекло 10...15 % до 20...25 %

Аксессуарные минералы представлены рутилом (1...3 %), магнетитом и реже ильменитом (от 5 до 12 %).

Рудные минералы образуют мелкую сыпь по вулканическому стеклу и ксеноморфные сростания мелких зерен, часто кубического сечения, в основной массе базальтов.

Вторичные минералы развиваются в основном по оливину, вулканическому стеклу и совсем незначительно по плагиоклазу. Они представлены идингситом, агрегатом тальк-карбоната по оливину, сосюритом по плагиоклазу, лейкоксеном и хлоритом по стеклу. Миндалины и пустоты выполнены кальцитом, часто радиально-лучистым агрегатом пренита (или сферосидерита?) и с каемкой цеолитов (низкое преломление и двупреломление). Мелкие ксеноморфные интерстиционные поры выполнены зеленовато окрашенным колломорфным агрегатом палагонита (?).

Анализ данных химического состава [2], по разным возрастным группам базальтоидов, начиная с мезозоя и кончая современными образованиями, показывает, что существенной разницы между различными возрастными группами вулканитов не наблюдается. Витимский урановорудный район по петрографо-геохимическим данным можно отнести к группе щелочных базальтов, которые сформировались в дорифтовой, раннерифтовой и главной стадиях рифтогенеза. Щелочные оливиновые базальты являются наиболее распространенным типом пород.

Таблица

Средние химические составы отдельных разновидностей мезозойско-кайнозойских вулканических пород Прибайкалья

Компонент	Б-1	В-4	В-3	ЗБ-3	ЗБ-2	ЗБ-1	И-1
SiO ₂	44,30	51,21	43,52	51,66	50,57	45,98	48,28
TiO ₂	2,32	2,51	2,19	2,03	2,06	2,69	2,49
Al ₂ O ₃	13,79	15,50	14,52	16,99	16,46	13,19	14,68
Fe ₂ O ₃	5,41	4,28	4,59	5,68	4,24	3,78	3,02
FeO	7,58	6,49	6,44	4,65	6,31	8,67	8,33
MnO	0,17	0,16	0,21	0,14	0,17	0,18	0,16
MgO	10,52	5,42	8,76	4,24	4,78	9,75	8,86
CaO	11,19	7,63	11,95	7,01	6,52	9,45	8,90
Na ₂ O	1,59	3,73	4,61	3,98	4,55	3,66	2,93
K ₂ O	2,69	2,01	1,50	2,65	2,88	1,78	1,70
P ₂ O ₅	0,44	1,06	1,71	0,97	1,28	0,87	0,65
Число анализов	2	7	2	6	8	3	4
Возраст	J3-K1	J3-K1	K2	J	K1	Pg2-3	N12

Анализы выполнены на квантометре Р-1600 «Филлиппс», FeO определяли химическим методом. Все анализы пересчитаны на 100 % безводного вещества.

Примечания. Б-1 – авгитит, оз. Байкал, Большой Ушканий остров; В-4 – оливиновые базальты юго-западной части Витимского нагорья; В-3 нефелиниты, там же; ЗБ-3 – оливиновые базальты Западного

Забайкалья, бассейны рек Джиды, Селенга, Хилок; ЗБ-2 – оливиновые базальты Западного Забайкалья, бассейна р. Джиды, Селенга; ЗБ-1 – оливиновые базальты Западного Забайкалья, бассейны р. Селенга, Хилок; И-1 – оливиновые базальты верховьев р. Иркут.

Литература

1. Кисляков Я.М., Щеточкин В.Н. Гидрогенное рудообразование. – М.: ЗАО «Геоинформмарк», 2000. – 610 с.
2. Богдасарьян Г.П., Поляков А.И., Рощина И.А. Возраст и химический состав мезозойско-кайнозойских базальтов Прибайкалья. Геохимия. – М., 1983. – № 1. – С. 102–107.

МИНЕРАЛОГО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ И ПЕРСПЕКТИВЫ ПРОМЫШЛЕННОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВЕРХНЕЮРСКИХ СУЛЬФАТНЫХ ПОРОД ТИТАНА ЗАПАДНОГО ПРЕДКАВКАЗЬЯ

Л.В. Дубовченко

Научный руководитель доцент Б.В. Талпа

Южный Федеральный университет, г. Ростов-на-Дону, Россия

В связи с развитием строительной индустрии и, в частности, широкого использования гипсокартона и сухих смесей на основе гипсового вяжущего на юге России сложился дефицит в сырье для их производства. Поиск и разведка новых месторождений сульфатных пород является задачей актуальной. Предприятие ООО «СтройКомм» планирует строительство предприятия для производства широкого комплекса строительных материалов на основе обожженного гипса и ангидрита на территории Мостовского района Краснодарского края. По заказу этого предприятия ГУП «Кубаньгеология» проводит геологоразведочные работы с целью выявления и оценки запасов гипсового камня в Мостовском районе Краснодарского края. В рамках данной работы во время производственной практики автор провел сбор фондовых, полевых материалов, послуживших основой для данной работы. Лабораторные исследования проведены на геолого-географическом факультете Южного федерального университета.

В изучаемом районе ранее были разведаны месторождения данного вида сырья Шедокское и Бесленевское-1, эксплуатируемые в настоящее время компанией ОАО «Кнауф гипс-Кубань». В настоящее время комбинат КНАУФ ГИПС КУБАНЬ производит 8 наименований КНАУФ-листов (гипсокартонных листов), плиты потолочные гипсокартонные звукопоглощающие и декоративные (КНАУФ-акустика), гипсовое вяжущее и 5 наименований сухих строительных смесей, камень гипсовый дробленый, ускоритель сроков схватывания гипсовых вяжущих – неалит.

В пределах Западного Предкавказья широким развитием пользуются осадочные породы юрской, меловой и палеогеновой систем, слагающие зону предгорных и передовых хребтов Северного Кавказа. Толщи пород мезозоя имеют пологое моноклинальное падение на север с углом 12...20° и простираются почти вдоль Северного Кавказа.

Выходы верхнеюрских отложений узкой полосой (3...6 км) прослеживаются от истоков реки Мезмай на западе, до верхнего течения реки Шедок – на востоке, слагая Скалистый хребет. Севернее площади своего развития на дневной поверхности они погружаются под вышележащие образования и вскрываются скважинами под чехлом меловых пород.

В составе верхнеюрских образований в описываемом районе выделены четыре литолого-стратиграфических комплекса, соответствующих отложениям келловейского, оксфорд-кимериджского, кимеридж-ранне-титонского и средне-позднетитонского возраста. Титонские отложения подразделяются на две свиты: герпегемскую и мезмайскую.

Верхние кимеридж-титонские образования выделяются в мезмайскую свиту, в свою очередь, расчлененную на две подсвиты: нижнюю и верхнюю. Верхняя подсвита представлена песчаниками, пестроцветными глинами, с прослоями алевролитов и известняков. По возрасту она отнесена к среднему титону. Нижняя подсвита галогенная, представлена мощной толщей гипсов с прослоями глин и известняков. Скважинами вскрыты ангидриты. Возраст кимеридж-титонский. Мощность галогенной толщи свыше 600 м, а гипсоносной толщи более 100 м.

Образования нижней подсвиты мезмайской свиты развиты по северному склону Скалистого хребта к востоку от реки Белая в виде полосы шириной от первых сотен метров на восточном участке своего развития до 1,0...1,5 км в бассейне реки Ходзь.

В естественных разрезах нижняя подсвита представлена гипсами с прослоями (0,001...0,100 м) глин, доломитов и известняков. По данным бурения основными породами подсвиты являются ангидриты и каменная соль. Гипсы приурочены лишь к верхней части (20...60 м) разреза или к зонам трещиноватости и являются гипергенными образованиями [3].

Отложения галогенной толщи в описываемом районе представлены гипсом и гидратированным ангидритом. Основным полезным ископаемым является гипс. Гипс белый с различными оттенками, серый, участками полосчатый (переслаивание светлых и более темно-окрашенных разностей, темный цвет из-за органических примесей), конгломератовидный (гнезда снежно-белого гипса диаметром 1...30 см среди сравнительно темной общей массы), с глубиной бурый или темно-серый, в основном мелкозернистый,

сахаровидный, массивный, плотный, крепкий, с гнездообразными вкрапленниками размером 0,2...3,0 см и прожилками мощностью 0,1...1,5 см крупнокристаллического водяно-прозрачного гипса, трещиноватого. Трещины мощностью 0,1...2,0 см заполнены глинисто-карбонатным материалом или крупнокристаллическим гипсом. Очень редко в гипсах присутствуют мелкие включения серы, как по трещинам в виде налётов, так и по массе гипсов в виде пятен желтого и светло – желтого цвета.

Переход от ангидрита к гипсам постепенный, через ряд промежуточных разновидностей. Промежуточные разновидности представлены переслаиванием прослоев в различной степени гидратированного ангидрита с гипсом.

Гипсоносная толща характеризуется засоренностью глинисто-карбонатными включениями, которые равномерно рассеяны по всему разрезу. Глинистый материал темно-серый, слабо пластинчатый, с мелкими обломками известняка, заполняет пустоты выщелачивания и трещины.

В общей структуре породы гипсоносной толщи залегают в виде моноклинали, осложненной мелкими складками [2]. Обычно эта складчатость, переходящая в плитчатость, не выходит за пределы прослоев гипса и тесно связана с генезисом гипсов.

По М.М. Чарыгину при гидратации ангидрита происходит значительное увеличение объема минерала на 30 %, а линейно на 10 %. При этом увеличение объема приводит к вспучиванию пластов, залегающих выше ангидритов – гипсов. Вспученность пластов напоминает настоящие антиклинальные складки, но эти складки распространяются только в самых верхних слоях земной коры, располагающихся над гипсами и ангидритами. Так называемая, гипсовая тектоника [3].

Поверхность гипса размыта, закарстована. Выделяется внутренний и поверхностный карст. В геоморфологическом плане поверхность района образует зону карстового рельефа на участке развития галогенной толщи титона. Поверхностный карст представлен в основном в виде блюдцеобразных несколько вытянутых воронок глубиной 2,0...30,0 м, находящихся в различной стадии развития. Многочисленные карстовые воронки представляют собой углубления, промоины и провалы правильных очертаний диаметром 1,5...20,0 м. Кроме воронок встречаются и другие формы карста: карстовые колодцы и пещеры. По данным бурения значительно развит глубинный карст. Формы его разнообразны. Размеры различны – мощность колеблется от нескольких сантиметров до метров.

По микроструктуре и петрографическому составу гипс довольно неоднороден. Это мелкозернистая, волокнистая или порфирированная порода в основном белого с различными оттенками цвета, в разной степени затронутая процессами гидратации.

Гипс состоит из неодинаковых по величине пластинчатых или волокнистых зерен. Пятнами располагается микрочернистый карбонат кальция, по трещинам заметна примесь глинистого вещества.

По результатам рентгеновского анализа выполненного на рентгеновском дифрактометре ДРОН 7,0 на подавляющем числе дифрактограмм отчетливо выделяются дифракционный спектр отражения гипса и ангидрита. Об этом свидетельствуют отражения отвечающие межплоскостному расстоянию 7,5943; 4,2756; 3,7937; 3,0616 (гипс) (рис. а) и 3,4909; 2,8436; 2,7918; 2,4688; 2,3240 (ангидрит) (рис б).

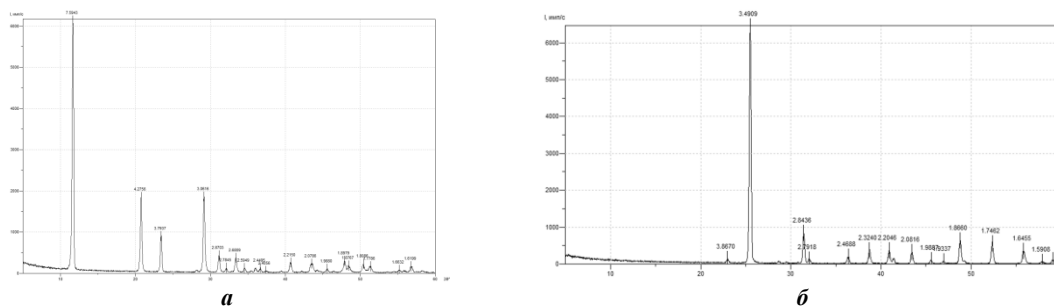


Рисунок. Дифракционный спектр отражения:дифрактограмма гипса (а), ангидрита (б)

Таблица 1

Химический состав гипса
характеризуется следующими показателями содержания основных компонентов (в %)

Компонент	Содержание в %
H ₂ O (гидратная)	13,3...21,2
Нерастворимого остатка	0,05...18,46
SO ₃	31,84...50,43
CaSO ₄ ×2H ₂ O	65,23...99,73

Преобладают разновидности гипса с содержанием двухводного сульфата кальция от 90,60 до 99,73 % которые переслаиваются с разновидностями, характеризующимися более низкими содержаниями CaSO₄×2H₂O: от 65,23 до 88,3 % и с гидратированным ангидритом. Залегают разновидности гипса в виде линз, невыдержанных как по площади, так и в разрезе.

С глубиной гипс переходит в ангидрит, причем, этот переход носит различный характер, то есть наблюдается на различных гипсометрических уровнях, в связи с чем, кровля ангидрита имеет неровный рельеф.

Кровля ангидрита в своем падении не согласуется с общим падением гипсо-ангидритовой толщей. Ангидриты представлены массивными, голубовато-серыми плотными породами.

Радиационно-гигиенической оценкой сырья признано пригодным без ограничений.

Гипсовый камень и ангидрит можно рассматривать как полезное ископаемое для производства вяжущего и добавки в цемент. Согласно ГОСТ 4013-82 гипсовый камень подразделяется на 4 сорта. В зависимости от содержания гипса и кристаллизационной воды выделяются различные сорта.

Для производства гипсовых вяжущих должны поставлять только гипсовый камень, а для производства цемента – гипсовый и гипсоангидритовый камень. В гипсоангидритовом камне должно быть не менее 30 % гипса ($\text{CaSO}_4 \times 2\text{H}_2\text{O}$).

Для производства гипсовых вяжущих, применяемых в фарфоро-фаянсовой, керамической и медицинской промышленности, а также белого, декоративного и гипсоглиноземистого расширяющегося цемента должны поставлять только гипсовый камень 1-го сорта.

Таблица 2

Сорта гипса

Сорт	Содержание в гипсовом камне, %, не менее		Содержание в гипсоангидритовом камне, %, не менее	
	гипса ($\text{CaSO}_4 \times 2\text{H}_2\text{O}$)	кристаллизационной воды	гипса и ангидрита в пересчете на $\text{CaSO}_4 \times 2\text{H}_2\text{O}$	серного ангидрита (SO_3)
1	95	19,88	95	44,18
2	90	18,83	90	41,85
3	80	16,74	80	37,20
4	70	14,64	–	–

Примечание. Содержание гипса в гипсовом камне определяют по кристаллизационной воде, а в гипсоангидритовом камне – по серному ангидриту (SO_3).

В соответствии с требованиями ГОСТа гипсовый и гипсоангидритовый камень данного района может быть использован как вяжущие и добавка к цементу. Гипс может применяться в естественном (натуральном) и переработанном (модифицированном) виде. Основной способ его переработки – дробление и обжиг. В случае изготовления из сырого гипса облицовочного камня и плит он подвергается механической обработке, при выработке удобрений – измельчается до пылевидного состояния. Получение из гипса вяжущих производится с применением дробления, измельчения, помола и температурной обработки в условно воздушно-сухом состоянии или во влажной среде, при атмосферном или повышенном давлении.

Анализ минерального состава гипса и ангидрита, их текстурно-структурных особенностей и физических свойств, полученных с применением минералого-петрографического, физического и химического методов исследования и технологических характеристик нами были выделены их природные разновидности и намечены возможные промышленные (технологические) типы, способы их обогащения или передела. Подсчитанные запасы и минералого-технологические особенности сульфатных пород титона показывают высокую перспективность исследованного района для организации производства широкой номенклатуры строительных материалов на основе гипсового вяжущего.

Литература

1. Попов И.В. "Инженерная геология СССР. Часть 1. Общие основы региональной инженерной геологии". Учебное пособие. – М.: Изд. МГУ, 1961.
2. Седлецкий В.И., Байков А.А., Бойко Н.И. Особенности строения эвапаритовых формаций // Литология (осадочные породы): Доклад на XXVII Международном геологическом конгрессе. Москва, 4 – 14 августа 1984 г. – М.: Наука, 1984. – Т. 4 – С. 63 – 69.
3. Чарыгин М.М., Васильев Ю.М. Общая и историческая геология. – М.: Недра, 1968.

ПЕТРОГРАФО-ГЕОХИМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ И СТРУКТУРНЫЕ УСЛОВИЯ ЛОКАЛИЗАЦИИ КОМПЛЕКСНОГО АУ-У ОРУДЕНЕНИЯ МЕСТОРОЖДЕНИЯ «СЕВЕРНОГО» (ЭЛЬКОНСКИЙ УРАНОВОРУДНЫЙ РАЙОН, РЕСПУБЛИКА САХА ЯКУТИЯ)

А.П. Зайченко

Научный руководитель доцент В.А. Домаренко

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Месторождение Северное расположен в Алданском районе Республики Саха (Якутия) в 50 км к востоку от административного центра г. Алдана и в 40 км югу от г. Томмот. Район месторождения зоны Северной расположен в северо-восточной части Эльконского горста, представляющего собой активизированную в мезозое часть Алданского щита (рис. 1) [1].

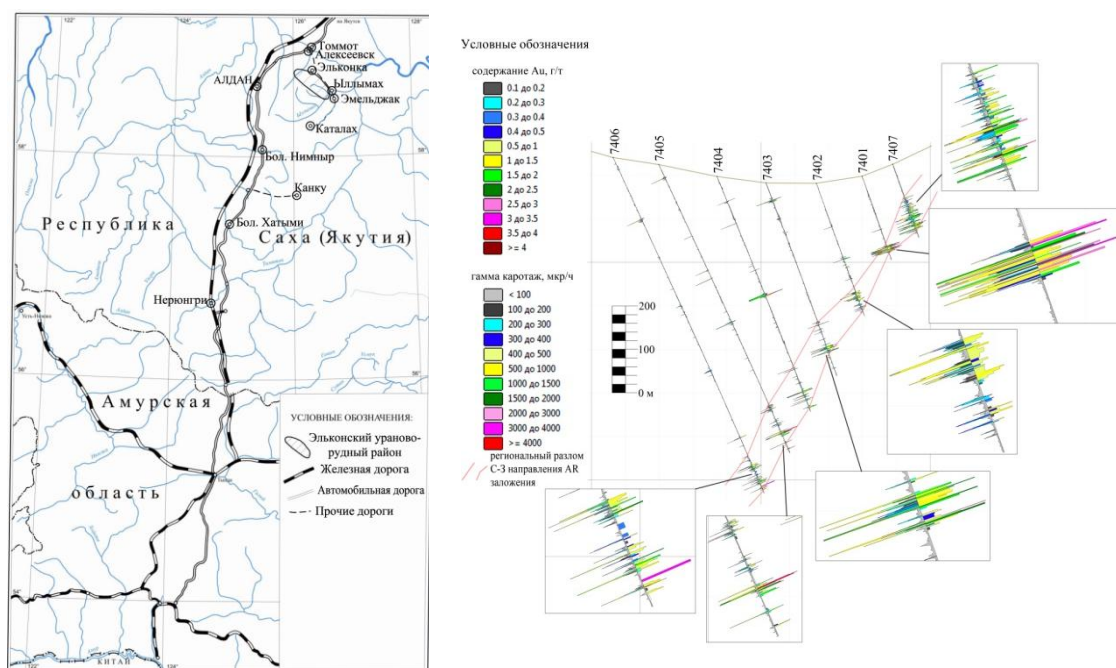


Рис. 1. Обзорная схема района

Рис. 2. Разрез по разведочной линии 74 (слева от скважин значения по U, справа по Au)

В строении района участвуют образования нижнего и верхнего структурных этажей и продукты мезозойского тектоно-магматического цикла. Нижний структурный этаж представлен глубоко метаморфизованными и сложнодислоцированными архейскими кристаллическими сланцами и гнейсами, ультраметаморфическими и магматическими образованиями архейско-протерозойского возраста. Верхний структурный этаж сложен горизонтально залегающими осадочными отложениями нижнего кембрия, сохранившимися по периферии района в виде останцов на размытой поверхности докембрийских пород [1].

Главными элементами структуры Эльконского района и зоны Северной, в частности, являются региональные разломы северо-западного направления архейского заложения, неоднократно подновлявшиеся в более позднее (мезозойское) время, поскольку некоторые из них вмещают промышленное золото-урановое оруденение, а другие оказывают влияние на его локализацию.

Мезозойский катаклиз, предрудные метасоматические изменения и рудные образования четко унаследовали не только направление, но и местоположение и форму древних образований тектоно-метасоматических зон. Это явилось одной из наиболее характерных черт ее строения, условий локализации и морфологии уранового оруденения. Мезозойский этап развития зоны катаклаза и образования золото- и серебросодержащих темно-серых пирит-карбонат-калишпатовых метасоматитов, вмещающих преимущественно жильные минеральные ассоциации последующих стадий [2].

Главным урановым минералом в рудах является браннерит и продукты его изменения. Браннериту в количественном отношении резко подчинен коффинит.

Урановые руды в изученных месторождениях зоны Южной сложены титанатом урана - браннеритом и продуктами его изменения, в совокупности почти целиком обуславливающими содержания урана в рудных телах. В резко подчиненном количестве в рудах содержится коффинит. Кроме указанных урановых минералов, высокоточными методами исследований с применением электронного микроскопа и рентгеновского микроанализатора, в коффините установлен тонкодисперсный (размером обычно первые микроны) настуран, являющийся продуктом метамиктного распада коффинита.

При проведении работ по изучению месторождения ставились задачи по уточнению структурно-морфологического типа оруденения, а также петрографо-геохимической характеристике рудных образований.

Таблица

Результаты наблюдений ориентировки зон трещиноватости, бластомилонитов и катаклизитов, зон метасоматических изменений

Угол к оси керна	Количество значений
Близкие к 0°	81
Близкие к 45°	441
Близкие к 90°	287
Близкие к 45...0°	22
Близкие к 90...0°	35
Близкие к 90...45°	167

Исходным материалом послужили данные геохимического и кернавого опробования, данные полевых наблюдений работниками кафедры ГЭХ ТПУ по специализированной документации скважин с привлечением данных фотодокументации керна для ориентировки зон трещиноватости, бластомилонитов и катаклазитов, зон метасоматических изменений. Результаты наблюдений приведены в таблице и на рисунке 3.

На основе морфоструктурного анализа выявлено три структурноморфологических типа комплексного золото-уранового оруденения. Зоны катаклаза и брекчирования, прожилковые руды и метасоматические залежи с вкрапленным оруденением.

Основной крупной рудовмещающей структурой являются тектониты северо-западного направления древнего заложения и длительного развития – вплоть до мезозоя включительно, в пределах которой сформировано многостадийное полифазальное оруденение, сопровождаемое ореолами средне-низкотемпературных кремнещелочных метасоматитов (рис. 2). Нами выявлены следующие закономерности.

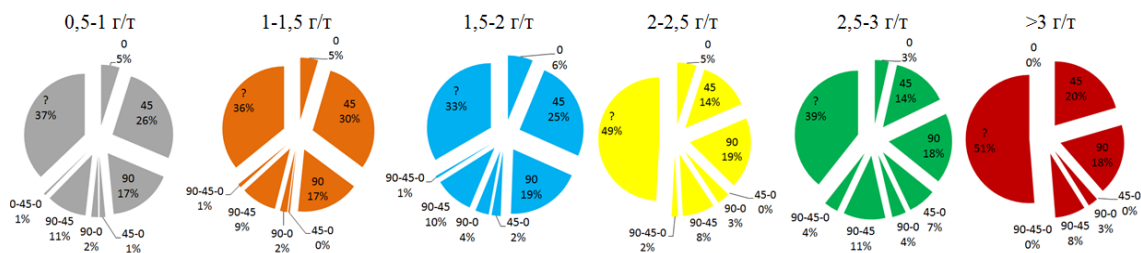


Рис. 3. Диаграммы, показывающие соотношение количества подсчитанных значений углов по содержанию Au

1. Унаследованный характер зоны Северной и ее многократная тектоническая проработка благоприятно отразились на интенсивности проявления в ней пирит-карбонат-калишпатового метасоматоза. В результате образовались милониты, микробрекчии, брекчии и катаклазиты различной степени измененности. Милониты, микробрекчии и брекчии обычно изменены интенсивно до метасоматитов. Катаклазиты подвергнуты средней степени метасоматической проработки. Штокверковые катаклазиты изменены слабо и кроме того в них наблюдаются продукты серицит-хлорит-альбитового метасоматоза.
2. Несмотря на пространственную связь золотого и уранового оруденения, тем не менее, золото, по всей видимости, осаждалось на ранних стадиях гидротермального процесса, а уран на более поздних.

Литература

1. Молчанов А.В. Металлогения урана Алданского и Анабарского щитов. Дисс. ... докт. геол.-минер. наук. – Л.: ВСЕГЕИ, 2004. – 373 с.
2. Плюшев Е.В., Ушаков О.П., Шатов В.В., Беляев Г.М. Методика изучения гидротермально-метасоматических образований. – Недра: Ленингр. отд-ние, 1981. – 261 с.

РАДИОГЕОХИМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ЖЕЛЕЗОНОСНЫХ ОТЛОЖЕНИЙ ЗАПАДНО-СИБИРСКОГО ПОЯСА НА ПРИМЕРЕ БАКЧАРСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ (ТОМСКАЯ ОБЛАСТЬ)

К.В. Карепина

Научный руководитель доцент В.А. Домаренко

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

По прогнозным ресурсам урана Россия занимает шестое место в мире после США, Австралии, Китая, Монголии и ЮАР. Балансовые запасы урана России невелики и составляют только 6 % мировых общих запасов (запасы Австралии, Канады и Казахстана суммарно – 54 % мировых). Большая часть разведанных запасов (почти 70 %) относится к забалансовым. Основная часть балансовых запасов сосредоточена в Читинской области (Стрельцовский рудный район) и лишь незначительная их часть – в Курганской области (Зауральский рудный район).

По качеству запасов урана Россия значительно уступает ведущим уранодобывающим странам. Среднее содержание урана в российских рудах всего 0,15 % (в Габоне – 0,31 %; Зимбабве – 0,6 %; Канаде – более 7 %). Российские месторождения, пригодные для добычи способом скважинного подземного выщелачивания, невелики по запасам, тогда как аналогичные зарубежные объекты, например казахстанские – исключительно крупномасштабны. Подавляющая часть балансовых запасов урана России (94 %) заключена в месторождениях жильно-штокверкового типа Стрельцовского рудного района в Читинской области. Остальные 6 % запасов приходится на месторождение Далматовское («песчаниковый» тип), в Зауральском рудном районе (Курганская область).

По добыче урановых руд и производству уранового концентрата Россия входит в семерку мировых продуцентов, годовой уровень производства в которых превышает 2 тыс. т урана. Добыча урана в России в последнее время имеет тенденцию к незначительному росту за счет освоения Хиагдинского и Далматовского

месторождений. Более 96 % уранового концентрата в России получают на Приаргунском горно-химическом комбинате, сырьевой базой которого являются месторождения Стрельцовского рудного района [1].

Мировое производство урана в течение последнего десятилетия не удовлетворяет потребностей мировой ядерной энергетики. Дефицит покрывается за счет урана из складских запасов. Ведущую роль в покрытии мирового дефицита урана играют российские поставки урана на мировой рынок. Значительные объемы экспорта урана из России, намного превышающие уровень его добычи и переработки в стране, ведут к сокращению складированных запасов урана в России и их перекачиванию на склады стран Запада.

Россия по производству и потреблению урана в последние годы занимает третье-четвертое место в мире. Потребление урана в мировой энергетике превышает его первичное производство почти вдвое. Дефицит покрывается экспортом урана в западные страны из стран СНГ.

Прогнозные ресурсы урана наиболее достоверных категорий P1 и P2 составляют 830 тыс. тонн, из которых 60 процентов сосредоточены в Сибирском федеральном округе.

Вместе с тем имеющиеся в России возможности по добыче и производству природного урана не покрывают совокупных потребностей в нем со стороны предприятий атомной энергетики.

В связи с тем, что экономическая стратегия России до 2030 года предусматривает развитие атомной энергетики, разведанных запасов нашей страны не хватит для обеспечения ее потребностей. При благоприятном сценарии развития атомной энергетики мощности АЭС России к 2020 г. могут вырасти до 50 ГВт против 21,1 ГВт в 2002 г., т.е. потребность в уране увеличится с 3,5 до 8,2 тыс. т в год. С учетом поставок топлива на АЭС, построенных в других странах по российским проектам (в том числе в Иране, Китае, Индии), годовая потребность России в уране может составить около 15 тыс. т даже без учета возможных экспортных поставок. Для удовлетворения только этой потребности и сохранения на допустимом уровне стратегических запасов урана России необходимо поднять уровень ежегодного производства урановых концентратов до 10...12 тыс. т (в пересчете на уран), т.е. приблизительно к современному уровню добычи [2].

По оценкам экспертов, в ближайшее время (до 2020 г.) Россия полностью лишится разведанных запасов урана в недрах и, если решение проблемы обеспечения АЭС топливом не будет найдено на технологическом уровне, наша страна может превратиться из крупнейшего экспортера урана в его крупнейшего импортера, т.к. нынешнее состояние МСБ урана России не может обеспечить устойчивого развития атомной энергетики. С исчерпанием складских запасов уровень собственного производства не позволит покрывать даже внутренние потребности и, следовательно, недостающее количество урана придется импортировать. Поэтому ГРП на уран должны быть усилены и ориентированы на выявление высокоэкономичных месторождений с богатыми рудами или месторождений, пригодных для отработки способом скважинного подземного выщелачивания. Представляются целесообразными разработка и принятие специальных законодательных актов, регулирующих порядок использования национальных резервов.

Перед Россией встает вопрос: экспортировать сырье из соседних стран или найти на территории РФ крупное месторождение, которое обеспечит сырьем растущую атомную энергетику.

Этим месторождением может стать участок в восточной части Западно-Сибирской плиты.

Для этого необходимо собрать результаты ранее проведенных металлогенических, производственно – поисковых и поисково-оценочных работ на радиоактивные элементы в регионе и проанализировать данный район на основе современных представлений об условиях формирования и закономерностях размещения гидrogenных месторождений, используя для этого радиогеохимические исследования, гидрохимические анализы подземных вод и данные геофизических методов по скважинам.

Целью моей работы является изучение радиогеохимических особенностей продуктивных отложений Бакчарского железорудного узла, который располагается в юго-восточной части обширного Западно-Сибирского железорудного пояса. Площадь рудного узла около 1200 км². Он занимает междуречье рек Андарма и Икса в 120...180 км к запад-северо-западу от г. Томска. Рудный узел приурочен к северной части брахиантиклинальной куполообразной структуры (Бакчарского вала). Продуктивные железосодержащие отложения залегают на границе мел-палеогеновых отложений и локализованы в горизонтах - нарымском, колпашевском и бакчарском. В результате оценочных буровых работ установлено, что часть рудоносных отложений характеризуются повышенной радиоактивностью.

Задачами моих исследований является выявление закономерностей распространённости гамма-поля в разрезе и плане с построением объёмной модели поля, выявление минералого-петрографических и геохимических особенностей пород с повышенной радиоактивностью с возможным выявлением критериев локализации комплексного уранового оруденения.

Результатами этих работ должно послужить выявление рудопроявлений радиоактивных элементов (U, Th), выделение площади для целенаправленного прогнозирования и непосредственных поисков месторождения урана. А также обоснование прогнозных ресурсов урана категории P3 с геолого-экономической и социально-экологической оценкой территории.

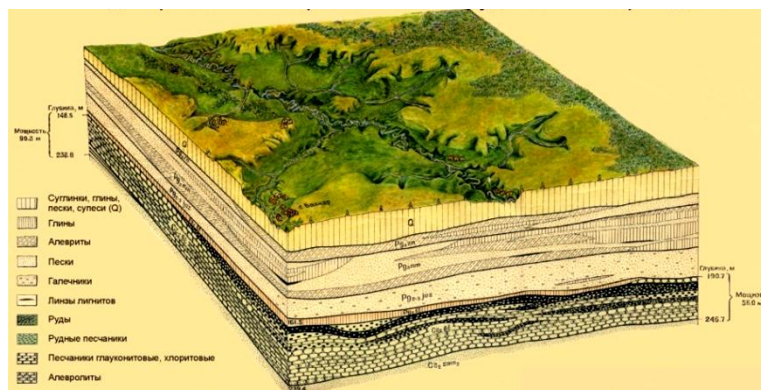


Рисунок. Блок-диаграмма Бакчарского железорудного месторождения

Литература

1. Домаренко В.А., Чернев Е.М., Соболев И.С.. Возможности обнаружения уранового оруденения гидрогенного типа на востоке Западно - Сибирской плиты // Разведка и охрана недр. – М., 2010. – № 11. – С. 24–32.
2. Энергетическая стратегия России на период до 2030 года.

ОСОБЕННОСТИ ВЕЩЕСТВЕННОГО СОСТАВА ГРАНИТОИДОВ ФУНДАМЕНТА БАРГУЗИНСКОЙ ВПАДИНЫ

Е.Л. Коровина

Научный руководитель доцент В.А. Домаренко

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Исследуемая площадь расположена в пределах Баргузинского и Курумканского районов Республики Бурятия. Баргузинская впадина площадью 5000 кв км является частью Байкальского рифта. Впадина представляет собой грабенообразную структуру, вытянута в северо-восточном направлении на 190 км при ширине от 20 км на юго-западе до 35...40 км на северо-восточном фланге. Северо-западный борт, северо-восточное обрамление и юго-западное замыкание впадины сложены позднепротерозойскими гранитами; юго-восточное обрамление – гранитами палеозойского возраста. Выполняющие впадину осадочные образования представлены существенно сероцветными осадками неогенового возраста [1, 2].

Конфигурация впадины определяется её заложением в зоне крупных разломов северо-восточного простирания, а осложнения в её строении – разломами северо-западной и субширотной ориентировки. Северо-западный борт впадины осложнён многочисленными разнопорядковыми тектоническими нарушениями; в юго-восточной части наблюдаются отчетливые стратиграфические контакты налегания кайнозойских отложений на докембрийские и палеозойские гранитоиды (рис.).

В тектоническом строении отмечается ряд структурных ярусов, сформировавшихся в архейский, верхнепротерозойский, палеозойский и кайнозойский этапы, каждый из которых заканчивался интенсивными тектоническими движениями и проявлениями интрузивного магматизма [3].

В Икатском хребте, обрамляющем Баргузинскую впадину с юго-востока, располагаются ураноносные структуры Курба-Витимского потенциально-урановорудного района с многочисленными недоизученными рудопоявлениями урановой формации в березитах и эйситах, далее к востоку размещены Витимский промышленный и Южно-Витимский резервный урановорудные районы с гидрогенными месторождениями урана, осваиваемыми промышленностью.

Юго-восточное горное обрамление Баргузинской впадины сложено преимущественно высокорadioактивными гранитоидами баргузинского и витимканского комплексов с многочисленными локальными аномалиями в пегматитах и метасоматитах [3, 4].

Петрографическая характеристика гранитоидов юго-восточной части Баргузинской впадины.

Нами выделены следующие разновидности гранитов.

ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ						
Глубина контактов пород	Геологическая колонка скважины	Описание пород	Мощность, м	Категория по буримости	Возможные зоны осложнений и их характеристика	Планируемый выход керна
1	2	3	4	5	6	7
1.0		Галечно-щебнистый грунт	1.0	5	Обрушение стенок скважины	Без керна
14.0		Крупноглыбовый элювий	13.0	7		
38.0		Пески с примесью дресвы	24.0	5		
200.0		Пески глинистые с линзами алевритов	162.0	5	Поглощение промывочной жидкости	50
219.0		Алевролиты плотные песчанистые	19.0	4		
223.0		Пески дресвянистые	4.0	5		
227.0		Валуны, галечники	4.0	7		
231.0		Алевролиты плотные песчанистые	4.0	4		
246.0		<u>Рудоносный горизонт</u> Песчаники глинистые	15.0	5	Шламование, поглощение промывочной жидкости	75
261.0		Песчаники дресвянистые	15.0	5		
268.0		Затронутые выветриванием граниты	7.0	7		
273.0		С/з и к/з граниты	5.0	9		50
0.0			273.0	5.16		

Рисунок. Типовой геологический разрез поисково-картировочных скважин, средняя глубина 273,0 м

Гранит порфировидный биотитовый. Структура гипидиоморфнозернистая, среднезернистая, разноезернистая. В составе принимают участие: кварц примерно 30 %, калишпат (ортоклаз, микроклин) до 40 %, плагиоклаз примерно 20 % и биотит примерно 5...10 %. В порфировых выделениях встречается кварц, ортоклаз. Микроклин образуется несколько позже основных минералов и наблюдается в порфириобластах с включениями остатков кварца и плагиоклаза. Размеры порфировых вкрапленников превышают до трех раз средние размеры зерен. Микроклин встречается также в виде линзовидных образований. Биотит мелкочешуйчатый, зеленовато-буроватый, хлоритизированный и эпидотизированный вдоль спайности. Проявлена слабая альбитизация в виде тонких каемок вокруг зерен ортоклаза или в виде отдельных серий кристаллов на границе ортоклаза и кварца. Проявлены единичные чешуи мусковита.

Гранит роогообманково-биотитовый среднезернистый, лейкократовый. Темноцветных минералов не более 5 %. Представлены они роговой обманкой и биотитом, причем биотит развивается позже и местами замещает роговую обманку. Кварц составляет примерно 30 %. Калишпаты представлены ортоклазом 5...10 % и микроклином, его видимое количество около 15 %. Состав плагиоклаза олигоклаз-андезин.

Таблица

Таблица содержания микрокомпонентов, определенных методом ИНАА, г/т

Шифр	Sm	Ce	Ca	Lu	U	Th	Cr	Yb	Au	Hf	Ba	Sr	Nd	As
5	3,15	64,09	1,30	0,17 4	4,74	11,6 3	125, 2	1,2 9	0,00 8	4,19	653	439	23, 8	0,30
6=1	2,62	78,23	1,26	0,13 7	2,74	4,79	66,9	1,2 1	0,00 7	8,92	757	405	26, 3	<1
6=2	2,49	45,28	1,22	0,20 1	6,04	23,9 6	83,4	1,7 4	0,00 9	14,8 3	655	306	22, 3	0,72
6=3	0,97	45,71	1,07	0,06 2	2,49	4,94	80,9	0,4 5	0,01 3	5,24	654	318	14, 1	<1
7	2,94	65,60	0,69	0,19 1	7,38	26,3 8	91,4	1,5 6	0,00 7	4,92	399	276	19, 3	0,80
7=1	2,30	59,73	0,65	0,19 0	5,74	60,1 5	72,8	1,3 7	0,01 2	5,09	292	199	16, 5	<1
7=2	1,51	49,44	0,65	0,11 6	3,91	41,6 1	77,4	0,8 8	0,02 5	2,65	388	293	12, 4	<1
7=3	4,10	115,8 7	1,00	0,37 1	11,6 9	41,7 7	93,5	2,5 3	0,00 6	8,32	234	243	31, 6	0,46
7=5	0,82	23,89	0,48	0,08 4	2,46	51,7 2	59,4	0,6 8	0,03 0	2,97	12	66	5,0	<1
Шифр	Ag	Br	Cs	Tb	Sc	Rb	Fe	Zn	Ta	Co	Na	Eu	La	Sb
5	<0, 4	<1	1,74	0,24	2,29	166, 4	166, 4	40, 9	0,65	4,1	2,8 0	0,5 5	32, 5	0,10
6=1	<0, 4	<1	0,78	0,34	1,71	137, 9	137, 9	22, 4	1,16	2,3	2,1 9	0,7 7	52, 9	0,08
6=2	<0, 4	<1	0,65	0,30	0,66	126, 9	126, 9	9,5	2,93	1,12	2,0 7	0,7 2	31, 6	0,07
6=3	<0, 4	<1	0,91	0,08	0,64	140, 3	140, 3	14, 2	1,08	1,20	2,2 5	0,6 5	38, 8	0,08
7	<0, 4	<1	13,0 1	0,31	1,42	230, 2	230, 2	18, 1	2,12	2,37	2,3 5	0,5 4	48, 9	0,22
7=1	<0, 4	<1	7,18	0,13	1,09	237, 0	237, 0	25, 2	2,37	3,62	1,9 4	0,5 2	50, 3	0,23
7=2	<0, 4	<1	3,85	0,13	0,58	207, 1	207, 1	11, 0	1,95	1,39	2,2 5	0,3 4	33, 8	0,16
7=3	<0, 4	<1	7,66	0,46	2,89	189, 2	189, 2	26, 9	2,24	1,77	2,8 9	0,3 4	91, 8	0,11
7=5	<0, 4	<1	0,91	0,03	0,56	191, 6	191, 6	17, 3	0,74	0,74	2,3 3	0,1 4	11, 5	0,02 5

Гранит, лейкократовый порфириовидный (порфириобластовый). Порфириобласты представлены микроклином с остатками в нем недозамещенного кварца и плагиоклаза. В плагиоклазе мирмекитовые вроски кварца. Микроклин также располагается между зернами плагиоклаза, кварца и плагиоклаза в виде скоплений неправильной формы. Количество калишпата в целом около 60 %, плагиоклаза до 25 % и около 15 % составляет кварц. Единичные чешуи биотита замещены мусковитом и альбитом. Они светло-бурые трещиноватые обычно рядом с магнетитом.

В таблице приведены содержания микрокомпонентов, определённых методом ИНАА в лаборатории ядерного реактора ТПУ.

В описанных гранитоидах отмечаются повышенные концентрации Се до 115 г/т, аномальные содержания Ау до 0,03 г/т, Rb до 237 г/т. Содержания U варьируют от 2,46 до 11,69 г/т, Th до 4,79 до 60,15 г/т. Повышенные концентрации радиоэлементов обладают преимущественно лейкократовые, жилообразные разномасштабные граниты, подверженные высокотемпературной микроклинизации раннещелочной стадии постмагматического процесса [1, 3].

Литература

- Исаев В.П., Клыкова В.Д., Клыкова В.В., Исаев П.В.. Прогноз нефтегазоносности Баргузинской впадины (Бурятия) по комплексу геофизических и геохимических методов // Нефтегазогеологический прогноз и перспективы развития нефтегазового комплекса Востока России: сб. материалов науч.-практ. конф., 22-26 ноября 2010 г. – С-Петербург: ВНИГРИ, 2010. – С. 246–251.

2. Коломиец В.Л. Промышленное значение плейстоценовых отложений Баргузинской впадины // Новые и нетрадиционные типы полезных ископаемых Прибайкалья и Забайкалья: Материалы Всероссийской науч.-практич. конф., Улан-Удэ, 2010. – Улан-Удэ: Изд-во ЭКОС, 2010. – С. 101–104.
3. Рампилов М.О., Рипп Г.С., Дорошкевич А.Г. Особенности редкометалльной минерализации в альбититах и альбитизированных гранитах на площади Ангаро-Витимского батолита / Руды и металлы, 2009. № 6. – С. 29–36.
4. Рихванов Л.П. Радиогеохимическая типизация рудно-магматических образований. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, филиал «Гео», 2002. – С 365.

ВЕЩЕСТВЕННЫЙ СОСТАВ ФОСФОРНО-ТИТАНО-ЖЕЛЕЗНЫХ РУД ПАТЫНСКОГО СИЕНИТ-ГАББРОВОГО МАССИВА (ГОРНАЯ ШОРИЯ)

А.Г. Корчагин, Е.В. Беляев

Научный руководитель ведущий научный сотрудник Е.В. Беляев

Центральный научно-исследовательский институт геологии нерудных полезных ископаемых, г. Казань, Россия

Патынский массив, расположенный в Горной Шории (Кемеровская обл.), сложен габброидами различного состава: авгитовыми и оливиновыми габбро, авгитовыми и плагиоклазовыми пироксенитами, анортозитами, троктолитами, норитами, вебстеритами и т.д. С габброидами связаны комплексные фосфорно-титано-железные руды, основными составляющими которых являются титаномагнетит, ильменит и апатит. Руды преимущественно вкрапленные. По содержанию рудных минералов руды разделены на бедновкрапленные (апатита 1...5 %, титаномагнетита и ильменита 10...15 %), средневкрапленные (апатита 5...10 % титаномагнетита и ильменита 15...20 %) и густовкрапленные (апатита 10...20 %, титаномагнетита и ильменита 20...30 %), преобладают первые две группы. По минеральному составу выделены три разновидности руд: ильменит-титаномагнетитовые, ильменит-апатит-титаномагнетитовые и апатитовые.

Ильменит-титаномагнетитовые руды слагают пластообразные тела на различных стратиграфических уровнях разреза массива, мощность рудных тел от долей до 100...120 м., протяженность 0,5...12 км. В нижней части массива рудные тела более мощные, вверх по разрезу их мощность уменьшается, а количество увеличивается. Руды сложены авгитовыми и оливиновыми габбро, авгитовыми и плагиоклазовыми пироксенитами. В породах, по сравнению с их безрудными аналогами, обнаружены повышенные содержания марганца, окисного железа и кремнекислоты и пониженные натрия, закисного железа и глинозема. По результатам корреляционного анализа выделены три группы окислов, внутри которых корреляционные связи положительные: 1) SiO_2 , Al_2O_3 , Na_2O ; 2) CaO , MgO ; 3) TiO_2 , Fe_2O_3 , FeO , K_2O . Фосфор здесь достаточно инертен, устойчивых корреляционных связей фосфора с какими-либо элементами не обнаружено, за исключением слабых связей с калием, титаном и закисным железом. Среди микроэлементов повышенными содержаниями (относительно безрудных аналогов рудовмещающих пород) отмечены иттербий, мышьяк, цинк и молибден, пониженными олово, германий, бериллий, иттрий.

Соотношение ильменит:титаномагнетит колеблется от 1:4 до 1:30, в большинстве случаев составляя 1:10. Для рудных минералов характерно обрастание «рубашкой» роговой обманки, реже биотита. Среди второстепенных минералов обнаружены более поздние пирротин, пирит, халькопирит, сфалерит.

Ильменит-апатит-титаномагнетитовые руды распространены в габброидах всех расслоенных серий массива. Рудные тела пласто- и линзообразной формы, мощность их варьирует от 2 до 100 м. Залегают они на более высоких стратиграфических уровнях, чем породы с ильменит-титаномагнетитовым оруденением, и имеют с ними преимущественно постепенные контакты. Границы рудных тел в общих чертах параллельны границам массива, наклон пластовых тел на периферии массива 60...62°, в центральной части – 10...15°.

В разрезе массива выделено три апатитсодержащих горизонта. Нижний, мощностью более 350 м, состоит из 3-8 пластов, сложенных авгитовыми габбро, авгитовыми и плагиоклазовыми пироксенитами с ильменит-апатит-титаномагнетитовым оруденением. Средний горизонт представлен одним пластом мощностью 20...130 м и несколькими маломощными линзообразными телами, сложенными массивными и трахитоидными авгитовыми и оливиновыми габбро и пироксенитами. Верхний, мощностью менее 50 м, включает в себя 4 пласта авгитовых и оливиновых габбро.

В описываемых рудах, по сравнению с ильменит-титаномагнетитовыми, определены повышенные содержания кальция, марганца и натрия и пониженные титана, калия, железа и глинозема. Отмечена положительная корреляционная связь фосфора и кальция. Среди микроэлементов, по сравнению с ильменит-титаномагнетитовыми рудами, в повышенных количествах содержатся германий, свинец, олово, галлий, в пониженных бериллий, барий и скандий. Апатит сосредоточен в стыках зерен роговой обманки и пироксена и по составу соответствует фтор-апатиту.

По петрофизическим свойствам руды сходны с ильменит-титаномагнетитовыми и отличаются от них несколько пониженной магнитной восприимчивостью и повышенным удельным весом. Соотношение ильменит : титаномагнетит 1:5...1:10, редко 1:1.

Апатитовые руды приурочены к авгитовым и плагиоклазовым пироксенитам, реже к авгитовым габбро в нижних и средних частях расслоенных серий массива и в меланократовых породах эндоконтактной зоны. Руды вкрапленные, гнездовидные и прожилковые, содержание пентоксида фосфора составляет 1,01...15,46 %, в среднем 4...5 %. Рудные тела – пласты мощностью 0,5...12 м, прослеживающиеся по простиранию на 30...700 м,

реже штокверки. Апатитовые руды пространственно связаны с ильменит-титаномагнетитовыми и ильменит-апатит-титаномагнетитовыми, залегая стратиграфически выше в разрезе массива.

Рудовмещающими являются авгитовые и плагиоклазовые пироксениты, реже авгитовые габбро. Пироксен представлен высокотитанистым авгитом. Отмечена положительная корреляционная связь содержания титана в авгите и содержания апатита в породе. В роговой обманке отмечены повышенные содержания закисного железа и кремнекислоты и почти полное отсутствие титана. Плагиоклаз представлен лабрадором-альбитом; отмечено, что с повышением основности плагиоклаза понижается количество апатита в породе. В апатите в повышенных количествах встречены магний, сера, железо и фтор, в пониженных – титан, железо, алюминий и щелочи. Апатит образует средне- и крупнозернистые агрегаты идиоморфных дипирамидально-призматических зерен правильного гексагонального сечения, слагающие гнездообразные скопления размером 3...7 см., тонкие прожилки и обильную шпиривидную вкрапленность.

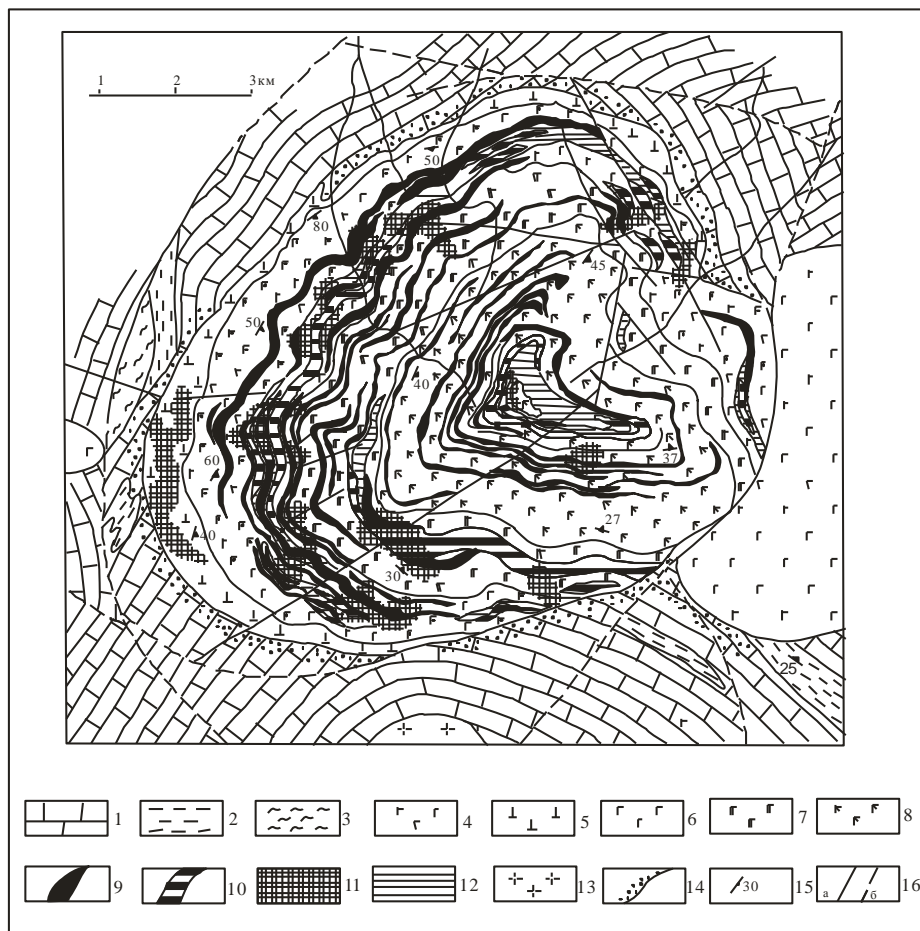


Рисунок. Схема геологического строения Патынского массива

- 1 – известняки, мраморы, доломиты, 2 – кварциты, сланцы кремнистые, 3 – сланцы кремнисто-глинистые, глинисто-карбонатные, кварцево-серицитовые; 4 – габброиды нерасчлененные; 5 – крупно-гигантозернистые нерасчлененные габброиды эндоконтактной серии; 6 – 8 – породы расслоенных серий: 6 – нижней, 7 – средней, 8 – верхней; 9–11 – руды: 9 – ильменит-титаномагнетитовые, 10 – ильменит-апатит-титаномагнетитовые, 11 – апатитовые; 12 – апатитоносные горизонты; 13 – граносиениты, кварцевые монзониты, диориты; 14 – мраморизованные породы; 15 – элементы залегания трахитоидности, слоистости, полосчатости; 16 – тектонические нарушения (а – установленные, б – предполагаемые)

Апатитоносными являются также бесфельдшпатоидные шонкиниты в габброидах краевой эндоконтактной зоны. Слагают радиальные по отношению к центру массива крутопадающие ($55...70^\circ$) жильные тела мощностью 5...20 см при протяженности 7...12 м. Имеют зональное строение: центральная часть сложена гигантозернистыми апатитоносными шонкинитами, к контактовым зонам они переходят в средне- и крупнозернистые шонкиниты и далее – постепенно во вмещающие их габброиды. Структура шонкинитов панидиоморфнозернистая, таблитчатая.

Пироксен сложен крупными идиоморфными кристаллами размером до 2,5 см и представлен типичным титан-авгитом, пересыщенным железом и недосыщенным магнием. Ортоклаз образует гнездо- и жилообразные скопления до 3 мм с простой системой двойников, он пересыщен кальцием и кремнекислотой и недосыщен

глиноземом. Апатит представлен длиннопризматическим кристаллами размером $0,1 \dots 2,5 \times 1,1 \dots 28,0$ мм, наиболее крупные из которых секут зерна пироксена и ортоклаза, мелкие – включены в них.

Таким образом, в Патынском массиве пользуются широким развитием комплексные ильменит-титаномагнетитовые и ильменит-апатит-титаномагнетитовые руды, могущие представлять промышленный интерес для черной металлургии. Для производства фосфорных удобрений наибольшие перспективы связаны с мономинеральными апатитовыми рудами.

РАДИОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РУДОНОСНЫХ ОТЛОЖЕНИЙ ХИАГДИНСКОГО РУДНОГО РАЙОНА НА ПРИМЕРЕ МЕСТОРОЖДЕНИЯ «ДЫБРЫН» (РЕСПУБЛИКА БУРЯТИЯ)

С.В. Краморенко

Научный руководитель доцент В.А. Домаренко

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Месторождение Дыбрын расположено на территории Баунтовского района Республики Бурятия в верховьях рек Дыбрын и Джилинда на северо-западном склоне Байсыханского поднятия, в 15 км к северо-западу от Хиагдинского месторождения и является составной частью Витимского урановорудного района, в геологическом строении которого принимают участие кайнозойские континентальные отложения терригенно-базальтовой формации, перекрывающие неогеновые сероцветные конгломераты, гравелиты, пески, глины, горизонты диатомитов, погребённых почв и торфов, обогащённые природными восстановителями биогенного происхождения.

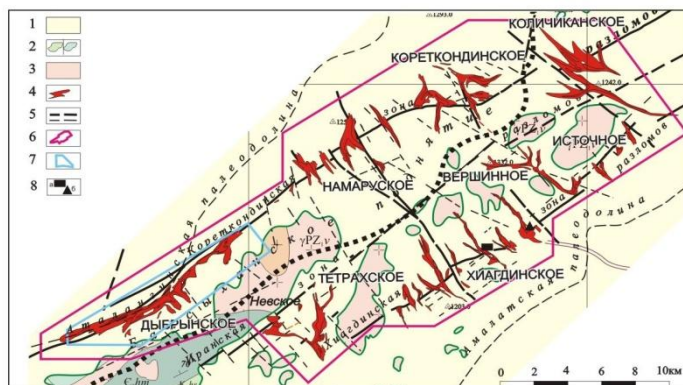


Рис. 1 Схематическая геологическая карта Хиагдинского рудного поля

Условные обозначения: 1 – неогеновые отложения; 2 – осадочные отложения (а), метаморфические отложения (б), 3 – гранитоиды фундамента; 4 – рудные залежи месторождения; 5 – разрывные нарушения различного порядка; 6 – границы Хиагдинского рудного поля; 7 – лицензионный контур месторождения «Дыбрынского»; 8 – вахтовые базы ОАО «Хиагда» (а) и ФГУП «Урангео»

Рудоносные осадочные отложения выполняют ложе истоков Аталангинской палеодолины. Протяженность палеодолины в границах месторождения составляет 14 км, ширина 1300 м. Длина долин правых боковых притоков колеблется от 1 до 4 км, при ширине 400...600 м. На месторождении установлена одна рудная залежь сложной формы. Залежь прослежена в СВ направлении на 8660 м при средней ширине 9 м и мощности 1,9...19,9 м.

Наибольший интерес из общего круга решаемых задач представляет процесс выявления закономерностей характера распределения уранового оруденения. Основным поисковым методом определения границ урановой минерализации является анализ изменения гамма-активности в скважинах. Гамма-каротаж заключается в регистрации гамма-излучения естественных радиоактивных элементов горных пород (U, Th, K) по разрезу скважины. Поскольку большинство скважин проводится без отбора керна, геофизические исследования скважин (ГИС) являются основным, а зачастую и единственным методом получения наиболее полной информации об особенностях геологического разреза и характеристик уранового оруденения по каждой скважине.

Главной особенностью руд данного генезиса является нарушение радиоактивного равновесия в урановом ряду, что связано с процессами разделения миграции урана и продуктов его распада, а также с эманированием руд.

Количественно нарушение радиоактивного равновесия характеризуется коэффициентом радиоактивного равновесия $K_{рр}$ под которым понимают отношение количества данного изотопа к родоначальнику ряда распада, причём количество обоих элементов выражают в единицах равновесного с ним урана. $K_{рр}$ между ураном и радием высчитывается по формуле:

$$K_{pp} = \frac{C_{радия}}{C_{урана}} \times \frac{C_{урана}}{C_{радия}},$$

где содержания урана и радия приведены в массовых долях или в процентах. При сохранении радиоактивного равновесия коэффициент равен единице, Если $K_{pp} < 1$, равновесие сдвинуто в сторону урана если $K_{pp} > 1$, то в сторону радия. Различают локальные и зональные нарушения радиоактивного равновесия. При локальном нарушении пространственное разобщение урана и радия невелико и сглаживается для больших объемов руды. Локальные нарушения, связаны с миграцией радия.

На месторождении установлена характерная для всех гидrogenных месторождений зональность в распределении K_{pp} в крест простирания рудных тел. Проявлена она в наличии вокруг урановорудных тел внешних радиевых оторочек, а также внутренних радиевых ореолов, встречающихся на границе окисленных пород. Из этого был сделан вывод, что для учета радиевых ореолов у границ рудных интервалов при интерпретации необходимо использовать зависимости бортовой концентрации радия от средней концентрации радия в рудных интервалах.

ЗАКОНОМЕРНОСТИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ КОНЦЕНТРАЦИЙ И МАССЫ ЗОЛОТА В МИНЕРАЛИЗОВАННЫХ ДАЙКАХ

В.Н. Крестенина

Научный руководитель профессор С.В. Сендек

Санкт-Петербургский государственный горный университет, г. Санкт-Петербург, Россия

В золоторудных месторождениях типа минерализованных даек основу руд составляют березитизированные и окварцованные породы даек с низкими концентрациями золота. На этом фоне формируются участки или зоны даек с метасоматическим и прожилково-жильным (лестничные жилы, гнезда) окварцеванием и отложением сульфидной минерализации. Концентрация золота возрастает и позволяет поднять уровень золотоносности дайки до 3...5 г/т. Однако, прямой корреляционной зависимости золотоносности дайки от степени сульфидности пород нет. Более того, наиболее высокие концентрации золота отмечаются в существенно монокварцевых образованиях, где концентрация сульфидных минералов очень низкая. Такое распределение концентраций золота в дайках связано с многоформностью его проявления в процессе рудогенеза, где очень важную роль в промышленной оценке дайки играют крупные зерна и даже самородковые выделения золота.

В процессе поисковых работ опробование позволяет выявить или обнаружить аномально высокие концентрации золота. На фоне сравнительно небольшого числа проб однозначно оценить эту аномальность и, тем более, подсчитать прогнозные ресурсы или запасы весьма сложно. Чаще всего такие пробы рассматриваются как ураганные, их сокращают по известным методикам или вообще исключают из общего анализа золотоносности рудного тела.

Изучение материалов эксплуатационного опробования минерализованной дайки Утинского золоторудного месторождения (сотни проб по эксплуатационным блокам) позволило выявить закономерные ряды соотношений различных по степени концентрированности золота проб. По этим рядам высокие концентрации золота ложатся в общую закономерную картину распределений концентраций, и считать их ураганными нельзя. С высокими концентрациями связано до 25...30 % массы золота, приходящейся на эксплуатационный блок.

По характеру распределения концентраций золота можно прогнозировать возможность появления в этом участке проб с высокими содержаниями золота. Учитывая также, что каждая проба с высокими концентрациями в общем ряду распределений составляет определенный объем анализируемого участка дайки, возможен прогноз выявления в том или ином объеме рудного тела проб с уровнями высоких концентрации и их оценка в массовом количестве золота.

Литература

1. Сендек С.В. Структура запасов металла как следствие генетических особенностей рудообразования // Зап. Санкт-Петербургского горного ин-та, 1993. – Т.137. – С.28–38.
2. Сендек С.В. Проявление энтропийного закона распределения массы золота при формировании промышленного оруденения // Зап. Санкт-Петербургского горного ин-та, 2009. – Т. 183. – С. 112–126.

РАДИОАКТИВНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ И РТУТЬ В УГЛЯХ ХАРАНОРСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

Е.А. Крещик

Научные руководители профессор С.И. Арбузов, доцент А.В. Волостнов

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Известно, что угли нередко отличаются повышенными содержаниями естественных радиоактивных элементов (U, Th, Ra) и концентрируют в себе значительные ресурсы урана. Для прогнозирования загрязнения окружающей среды радионуклидами необходимо знать их концентрации, закономерности распределения и условия накопления в исходном топливе (угольных пластах) [1, 2]. Несмотря на очевидность проблемы,

радиогеохимические и радиэкологические исследования к настоящему времени выполнены лишь на весьма ограниченном числе разрабатываемых угольных месторождений.

Среди вредных химических веществ, загрязняющих окружающую среду, особое место принадлежит ртути. Это токсичное вещество, относящееся к первому классу опасности. Одним из главных источников поступления ртути в окружающую среду является сжигание органического топлива [5].

В настоящей работе представлены новые данные по геохимии ртути и урана в углях Харанорского месторождения, выполнен анализ закономерностей их распределения в разрезе угольных пластов.

Содержание ртути в углях определено атомно-абсорбционным методом «холодного пара» на анализаторе ртути РА 915+ с приставкой ПИРО – 915+. Всего изучено 48 проб углей Харанорского месторождения.

Содержание урана исследовано методом инструментального нейтронно-активационного анализа в ядерно-геохимической лаборатории кафедры геоэкологии и геохимии Томского политехнического университета (аналитик А.Ф. Судыко).

Данные о среднем содержании Hg и U в угольных пластах и среднее содержание U в золе угля Харанорского месторождения приведены в таблице. Установлены существенные различия в уровнях накопления этих элементов в разных пластах угля.

Таблица

Содержание ртути и урана в углях Харанорского месторождения (г/т)

Химический элемент	Параметры	Название пласта		
		Линза	Новый-2	Новый-1а
Hg (уголь)	Среднее содержание	0,94	0,42	0,46
	min- max	0,16-2,64	0,25-0,56	0,14-5,27
U (уголь)	Среднее содержание	4,4	14,0	0,43
	min- max	0,95-16,5	0,49-23,0	0,07-9,4
U (зола угля)	Среднее содержание	27,3	231	4,8
	min- max	8,6-210	9,8-321	2,6-68,7

Содержание ртути в пласте Линза изменяется от 0.16 до 2.64 г/т. Единичные значения превышают ПДК. Установлено, что такие наиболее высокие содержания связаны с глинистыми горизонтами, возможно имеющими вулканогенную природу.

В пласте Новый-2 превышений ПДК не установлено. Уголь здесь в основном листоватый. Минимальное содержание ртути – 0.25 г/т, максимальное – 0.56 г/т. В пласте Новый-1а концентрация ртути изменяется от 0.14 до 5.27 г/т. Имеются содержания, существенно превышающие ПДК [3]. Эти превышения связаны с маломощными неугольными прослоями, также имеющими вулканическую природу. Эти прослои при разработке месторождения извлекаются вместе с угольной массой, повышая содержания ртути в рядовом топливе. Для безопасности использования угля следует проводить обогащение, чтобы избавиться от обогащенных Hg неугольных прослоев.

К содержанию урана в углях установленных требований нет. Из трёх пластов наибольшее содержание урана в углях и в золе угля приходится на пласт Новый-2 (23.0 г/т и 321 г/т, соответственно). Концентрация урана в пласте Новый-2 (в золе угля) соответствует его содержанию в бедных урановых рудах, что представляет определённую опасность для потребителей этого угля. Известно, что помимо радиоактивных свойств, уран обладает свойствами токсичного элемента, являясь почечным ядом [4].

Повышенное содержание урана установлено также в отдельных пробах пласта Линза. Максимальная концентрация U в угле здесь составляет 16,5 г/т. В пласте Новый-1а наибольшее содержание U равно 9,4 г/т. Обе эти аномалии связаны с зоной окисления в прикровельной части угольного пласта.

Заключение

Исследование содержания ртути и урана в углях разреза Харанорский показало, что наиболее благоприятным для отработки с точки зрения экологической безопасности является пласт Новый-1а, поскольку в составе угля не установлено аномальных концентраций U и среднее содержание ртути существенно ниже ПДК. Выявленные здесь пробы с аномальным содержанием Hg представлены внутрипластовыми породными прослоями и могут быть удалены в процессе обогащения угля. Уголь пластов Линза и Новый-2 является опасным для использования в качестве бытового топлива, так как в нем установлены повышенные содержания Hg и U. Угли пласта Линза могут использоваться только для сжигания на промышленных котельных и ТЭС после предварительного обогащения с целью удаления содержащих повышенные концентрации ртути породных прослоев. Сжигание углей пласта Новый-2 допустимо только на специализированных ТЭС, оборудованных современными системами золоулавливания. Получаемые в процессе сжигания этих углей золы требуют специальной утилизации в связи с высокими концентрациями в них урана.

Литература

1. Арбузов С.И., Ершов В.В., Рихванов Л.П., Кяргин В.В., Булатов А.А., Дубовик П.Е. Редкометалльный потенциал углей Минусинского бассейна. – Новосибирск: Изд-во СО РАН Филиал «ГЕО», 2003. – 347 с.
2. Арбузов С.И., Волостнов А.В., Ершов В.В., Рихванов Л.П., Миронов В.С., Машенькин В.С. Геохимия и металлоносность углей Красноярского края. – Томск: СТТ, 2008. – 300 с.

3. Инструкция по изучению и оценке попутных твёрдых полезных ископаемых и компонентов при разведке месторождений угля и горючих сланцев. – М.: Наука, 1987. – 136 с.
4. Рихванов Л.П. Общие и региональные проблемы радиоэкологии. – Томск: Изд. ТПУ, 1997. – 384 с.
5. Юдович Я. Э., Кетрис М. П. Ртуть в углях – серьезная экологическая проблема // Междисциплинарный научный и прикладной журнал «Биосфера». , 2009. – С. 237. – 247 с.

ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ И МЕТАЛЛОГЕНИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ЧАРСКО-ГОРНОСТАЕВСКОГО ПОЯСА УЛЬТРАБАЗИТОВ

О.Н. Кузьмина, М.В. Захарова

Научный руководитель профессор Б.А. Дьячков

Восточно-Казахстанский государственный технический университет им. Д. Серикбаева,
г. Усть-Каменогорск, Казахстан

Чарско-Горностаевский пояс (ЧГП) ультрабазитов расположен в пределах Восточно-Казахстанского региона на стыке Жарма-Саурского и Калбинского континентальных блоков земной коры. Он представляет собой сутурный шов сочленения Казахской и Горноалтайской континентальных окраин, испытавший длительную историю формирования в различных геодинамических обстановках, что и предопределило специфику его металлогении – Cr, Ni, Co, Cu, (Pt, Hg, Au).

Рассматриваемый пояс ограничен Байгузин-Булакским разломом с юго-запада и Чарско-Зимунайским – с северо-востока. Протяженность ЧГП более 800 км, ширина от 10...15 до 70 км. Его структуры на северо-западе более сжаты (до 15...20 км) и имеют субмеридиональное простирание, а южнее они прослеживаются в северо-западном направлении. Ширина пояса в Призайсанье достигает 50...70 км, а затем он, изгибаясь в субширотном направлении, замыкается сопряженными сдвиги-надвигами и перекрывается рыхлыми отложениями Зайсанской впадины [1].

В структурном плане пояс оформился в раннем-среднем карбоне и представляет собой сложный линейный ансамбль относительно жестких олистостромовых блоков, пластин и чешуй различного размера, состава и возраста, спаянных пластичным серпентинитовым меланжем, в составе которого различаются метаморфизованные лерцолиты, верлиты, гарцбургиты, нориты и продукты их химического выветривания – бирбириты [2, 3] (рис.).

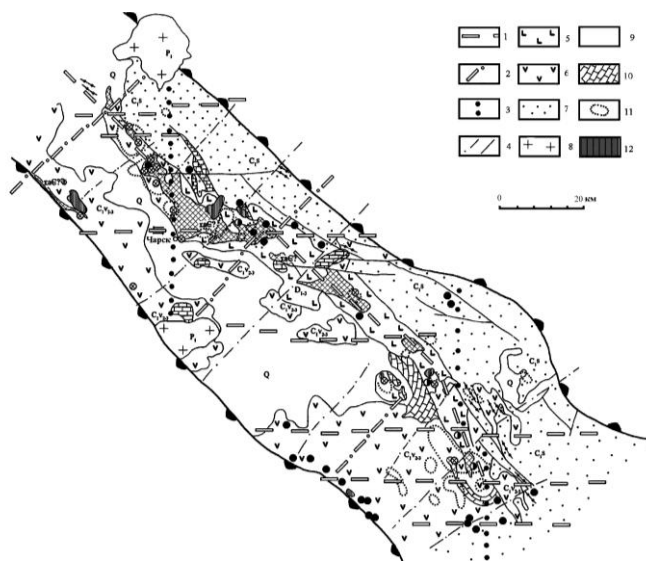


Рисунок. 1 – Схема геологического строения центральной части Чарско-Горностаевского пояса

- 1 – 4 – разломы (1 – субширотные, 2 – поперечные первого и второго порядка, 3 – субмеридиональные и 4 – мелкие нарушения); 5 – 8 – формации герцинского цикла (5 – морская кремнисто-карбонатно-диабазовая D_{1-3} , 6 – морская андезит-диабаз-кремнисто-известняковая S_{1v2-3} , 7 – морская молассоидная S_{1s} , 8 – гранитоидная P_1); 9 – нерасчлененные четвертичные отложения Q ; 10 – выходы известняков; 11 – шлиховые ореолы киновари; 12 – геохимические аномалии ртути

Комплекс олистостромовых образований представлен различными породами от ордовика до позднего визе (таблица), которые по фациальным признакам и геодинамическим условиям образования разделяются на три группы:

- базальтоиды в парагенезисе с глинисто-кремнистыми осадками и яшмами на активизированных участках шельфа;
- глинистые алевролиты, яшмы, кварциты, принадлежащие пассивному шельфу;

– органогенные и рифовые известняки, возникающие в пределах прогретых, насыщенных углекислотой участков морского дна.

В конце серпухова формирование олистостромовых комплексов завершилось внедрением синколлизонных интрузий габбродиорит-гранодиоритовой формации (C_1).

На складчатые раннегерцинские меланжевые комплексы несогласно налегают среднегерцинские вулканогенно-молассовые образования, сформированные в коллизонной геодинамической обстановке: лимническая (C_2), морская (C_2) и базальт-андезитовая наземная ($C_{2.3}$). Им синхронны интрузии габбродиорит-диабазовой формации ($C_{2.3}$). В конце средней стадии локально проявлена вулканоплутоническая риодацит-гранодиоритовая ассоциация (C_3).

Позднегерцинская (постколлизонная) стадия формирования представлена формациями пермских гранитоидов нормальной и повышенной щелочности (P_2), а также системой трещинных габбродиабаз-гранитпорфировых малых интрузий и даек (P_2-T_1).

Наиболее специфическое (Cr, Cu, Ni, Hg) оруденение ЧГП пространственно связано с докембрийскими ультрабазитами и проявлено в надвигово-меланжевых структурах Горностаевской, Чарской и Аркалыкской рудных зонах [2]. Здесь руды имеют черты метаморфогенно-гидротермального преобразования [2, 4].

Горностаевская никель-кобальт-ртутная зона размещается во фрагментах серпентинитовых будин в области контакта вулканитов и терригенных отложений карбона; длина ее более 170 км. Кобальт-никелевое оруденение известно на четырех участках (Правобережный I, Левобережный I, II, III). Выделяется первичное вкрапленное сульфидное оруденение (с пиритом, халькопиритом, пентландитом) и метаморфогенно-гидротермальное вкрапленное, прожилковое и жильное оруденение, представленное преимущественно пиритом (70...80 %), халькопиритом, пирротинитом, хромитом, пентландитом и миллеритом среди оталькованных серпентинитов. Мощность рудных тел в среднем 10 м. Отношение Ni : (Co + Cu) = 10:1.

В мезозое по серпентинизированным гипербазитам сформировались коры выветривания (нонтронитового профиля) площадного, линейно-трещинного и переотложенного типов. В образовавшихся остаточных месторождениях силикатного никеля (Левобережный I и др.) рудоносны зоны нонтронитов и нонтронитизированных серпентинитов (средняя мощность 6...8 м, содержание Ni 0,5...1,7 %). Прогнозные ресурсы силикатного никеля значительные (более 300 тыс.т).

Чарская хром-никель-ртутная зона имеет длину более 170 км при ширине 7...20 км. В ее пределах известны месторождения, рудопроявления и точки минерализации – Cr, Ni, Co, Cu, Hg (Белогорское, Александровское, Кызыл-Каинды и др.), а также многочисленные геохимические ореолы.

Белогорское месторождение представлено Co-Ni линейными кора́ми выветривания серпентинитов, лиственитов протяженностью до 1700 м, шириной 80...350 м с крутым (50...60°) СВ падением. Наибольший практический интерес здесь представляет нонтронитовая кора выветривания, содержащая основные запасы Co-Ni руд, мощностью 8,6 м, Ni составляет от 0,5 до 6,8 %, Co 0,08...0,12 %, учтенные запасы пока незначительны, на уровне мелкого месторождения. Оруденение Чарской зоны в целом аналогично Горностаевской.

Аркалыкская медь-никель-ртутная зона прослеживается в виде узкой полосы на 120 км, приурочена к Байгузин-Булакскому разлому, на юго-востоке срезается гранитным массивом Койтас. Представляет практический интерес также на золотое оруденение.

В настоящее время повышается интерес рассматриваемых структур на никель-кобальтовое и золото-ртутное оруденение. Перспективными представляются площади в Семипалатинском Прииртышье, закрытые чехлом рыхлых отложений.

На первом этапе исследования целесообразна постановка глубинного геолого-минералогического картирования масштаба 1:50000 в комплексе картировочного бурения, геофизических и геохимических работ. Рекомендуются поисковые работы для оценки зон гидротермально-измененных пород в комплексе геологических, геофизических и геохимических методов. Необходимо составление серии детальных геологических разрезов с тщательным опробованием брекчированных и окварцованных известняков, известковистых углисто-глинистых сланцев, особенно в контактах с дайками интрузивных пород. При изучении рудного вещества большое внимание должно уделяться производству лабораторных исследований на микро- и наноуровне.

Литература

1. Щерба Г.Н., Дьячков Б.А., Стучевский Н.И. и др. Большой Алтай: (геология и металлогения). Геологическое строение – Алматы: Ғылым, 1998. – В 3 кн. Кн. 1. – 304 с.
2. Щерба Г.Н., Дьячков Б.А., Беспяев Х.А. и др. Большой Алтай: (геология и металлогения). Металлогения – Алматы: РИО ВАК РК, 2000. – В 3 кн. Кн. 2. – 400 с.
3. Дьячков Б.А., Мочалкина Л.Н., Кузьмина О.Н. и др. Об особенностях металлогении сутурной зоны Большого Алтая. // Материалы I респ. научно-практ. Конференции – Усть-Каменогорск, 2002.
4. Кузьмина О.Н. Золото-ртутная минерализация Чарско-Горностаевского ультрабазитового пояса. // Вестник ВКГТУ им. Д. Серикбаева, 2003 г. – № 1. – С. 6–13.

**ЗОЛОТОНОСНОСТЬ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ СТРУКТУР СЕМИПАЛАТИНСКОГО
ПРИИРТЫШЬЯ****О.Н. Кузьмина, Т.А. Ойцева**

Научный руководитель профессор Б. А. Дьячков

**Восточно-Казахстанский государственный технический университет им. Д. Серикбаева,
г. Усть-Каменогорск, Казахстан**

Геологические структуры Семипалатинского Прииртышья расположены в пределах северо-западного фланга Западной Калбы.

Во второй половине XX века на данной территории была проведена геологическая съемка масштаба 1:200000 (силами ВАГТа), а затем масштаба 1:50000 (геологами ВКГТУ) с большим объемом геофизических исследований. В результате основная часть площади выходов образований палеозоя была детально закартирована, открыты новые месторождения и проявления золота – Суздальское, Жерек, Кедей, Жанан и др., которые долгое время не вовлекались в отработку из-за низких содержаний полезного компонента. На рубеже XX-XXI столетий резко возрос интерес к этим месторождениям, так как отработка окисленных руд подобных объектов стала рентабельной благодаря применению технологии кучного выщелачивания и других методов.

Геологические формации района образовались преимущественно в позднем палеозое и раннем мезозое [1]. Флишoidная углеродисто-известковисто-терригенная формация (аркалыкская свита C_{1v2-3}). В составе обломочного материала фиксируются повышенные содержания грауваккового материала, известняков и кремния, мощность – 500 м. Граувакковая алевролитно-песчаниковая с олистостромами формация (аганактинская свита $C1s$) залегает с резким несогласием на подстилающих образованиях, сложена полимиктовыми и вулканомиктовыми граувакковыми песчаниками, переслаивающимися с глинистыми и углеродисто-глинистыми алевролитами, гравелитами, мощность до 1400 м. Молассовая лимническая угленосная формация C_2 развита в районе месторождения Кедей и на других участках, несогласно залегает на отложениях C_1 . Объединяет мелкозернистые песчаники, алевролиты и аргиллиты с прослоями углей. Мощность отложений достигает 500...1700 м. Молассовая угленосная (буконьская свита C_{2-3}) отмечена в районе месторождения Жанан, представлена переслаиванием конгломератов, гравелитов, песчаников, алевролитов и аргиллитов с конкрециями пирита и остатками флоры. Мощность свиты за пределами района достигает 1000 м. Формация гипабиссальных плагиогранит-гранодиоритов (кунушский комплекс C_3) – это небольшие дайкообразные тела гранодиоритов, плагиогранитов с проявлениями березитизации, окварцевания и альбитизации. Гранитовая формация (жарминский комплекс P_1) объединяет сложные по составу и строению гранитоидные массивы. Интрузии комплекса прорывают отложения карбона. Трахибазальт-трахириолитовая вулcano-плутоническая ассоциация (T_1) проявлена в Семейтауской постройке (размером 25×50 км) и сопровождается рядом мелких субвулканических тел. В составе ассоциации выделены вулканогенная трахибазальт-трахириолитовая семейтауская свита (кварцевые порфиры, трахиты, базальты, риолитовые игнимбриты, лавы трахириолитов и трахиандезитов) и семейтауский комплекс (габбро, анортозиты, диориты, сиениты, граносиениты, граниты с преобладанием кислых разностей). Континентальная формация N_{1-2} представлена разнообломочными полифаціальными образованиями.

Золоторудная минерализация Семипалатинского Прииртышья относится, в основном, к гидротермальным и остаточным (в корях выветривания) генетическим типам.

Золото-сульфидно-кварцевая (гидротермальная) формация. В пределах района отмечено несколько стратоевровней локализации золотых руд.

В отложениях граувакковой алевролитно-песчанистой формации C_{1s} расположены месторождения Мукур, Жерек, Восточное Семейтау. На примере месторождения Жерек можно судить о том, что рудная минерализация этого уровня имеет протяженную лентовидную форму, ориентированную вдоль слоистости вмещающих породных комплексов. Ленты рудных тел косо секут осадочные пачки серпухова и субсогласные тела плагиогранит-порфиров C_3 .

С образованиями моласс C_2 ассоциируется месторождение Кедей, где золотое оруденение имеет четкий тектонический контроль, сопровождается окварцеванием и сульфидной минерализацией, занимает секущее положение к вмещающим породным комплексам, включая плагиогранит-порфиры C_3 .

Угленосная моласса C_{2-3} вмещает месторождение Жанан, субпластовая золотосульфидно-кварцевая минерализация здесь приурочена к ослабленным тектоническим зонам.

Четкий тектонический контроль золотосульфидно-кварцевого оруденения Семипалатинского Прииртышья на всех стратиграфических уровнях свидетельствует о ритмично-пульсационном притоке в рудообразующую систему ювенильных флюидов, обогащенных рудными компонентами. Секущие положение руд по отношению ко всем вмещающим породам дает основание предположить, что циркуляция гидротермальных рудоносных растворов была достаточно продолжительной и завершилась гораздо позже формирования осадочных толщ.

Золотая минерализация в корях выветривания. Процессы концентрации полезных компонентов при химическом выветривании золото-сульфидно-кварцевых месторождений можно представить следующим образом: ряд компонентов зоны окисления первичных руд были растворены и выведены за пределы системы; объем первичного субстрата резко уменьшился, концентрация полезных компонентов (в данном случае, золота) существенно увеличилась. Последующий переувлажнение продуктов химического выветривания способствовал увеличению концентрации полезных компонентов.

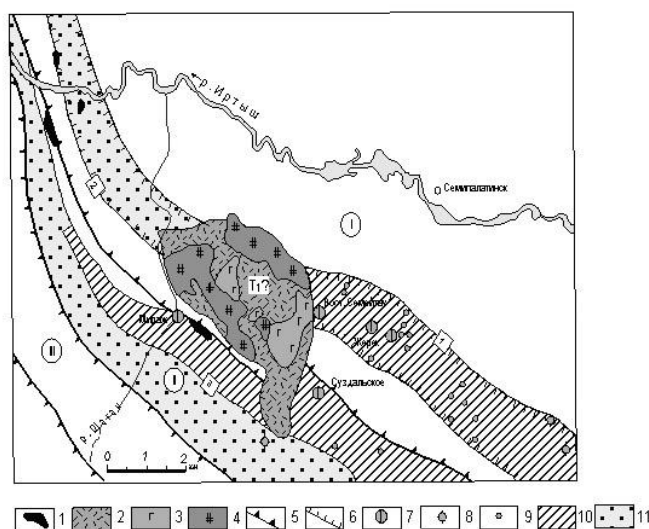


Рисунок. Прогнозно-металлогеническая схема Семипалатинского Прииртышья.

- 1 – гипербазитовая формация докембрия; 2 – 4 вулканоплутоническая трахибазальт-трахириолитовая формация T_1 ? (2 – трахибазальт-трахириолитовая, 3 – габбро-монцитовая, 4 – граносиенит-гранит-порфировая субформации, семейтауская серия);**
5 – граница металлогенических зон (I – Западно-Калбинская, II – Чарская, III – Жарма-Саурская);
6 – граница рудных зон (1 – Мукурская, 2 – Шаганская, 3 – Мираж-Суздальская);
7 – 9 золоторудные объекты (7 – месторождения, 8 – рудопроявления, 9 – точки минерализации);
10 – 11 перспективные площади (10 – высокой степени перспективности, 11 – неясной степени перспективности)

Имеющиеся геологические данные показывают, что Мукурская зона на своем северо-западном фланге срезается вулканитами более молодой Семейтауской постройки (рис.). Кроме прямых геологических соотношений, это подтверждается нахождением месторождения Мираж и других рудных точек на западном экзоконтакте Семейтауской постройки, которые являются, вероятно, фрагментами Мукурской и Суздальской рудоносных зон. В этой связи предполагается продолжение рудных зон к северо-западу от гор Семейтау и рекомендуется по новому произвести переоценку перспектив Семипалатинского Прииртышья.

Площадь, расположенная к северо-западу от Семейтауской постройки вдоль Горностаевского глубинного разлома, является перспективной на выявление новых месторождений золота суздальского типа. Учитывая закрытость этой территории чехлом рыхлых отложений, здесь рекомендуется постановка глубинного геологического картирования (ГГК-50) с последующей детализацией.

Наиболее востребованными в настоящее время являются золотые объекты коры выветривания, что отмечается в работах ряда исследователей [2, 3]. С освоением прогрессивных технологий обогащения бедных и труднообогатимых золотых руд в промышленную обработку более интенсивно будут включаться нерентабельные ранее объекты. Все это позволяет высоко оценивать перспективы Семипалатинского Прииртышья как золоторудного района XXI века.

Литература

1. Щерба Г.Н., Беспаяв Х.А., Дьячков Б.А. и др. Большой Алтай: (геология и металлогения) – Алматы: РИО ВАК РК, 2002. – Кн 2. Металлогения. – 400 с.
2. Дьячков Б.А., Мочалкина Л.Н., Кузьмина О.Н., Бочкова О.И., Кравченко М.М. Типы месторождений кор выветривания Восточного Казахстана // Вестник ВКГТУ им. Д. Серикбаева. – Усть-Каменогорск, 2005. – № 4. – С. 6–12.
3. Калинин Ю.А., Ковалев К.Р., Наумов Е.А., Кириллов М.В. Золото коры выветривания Суздальского месторождения (Казахстан) // Геология и геофизика, 2009. – Т. 50. – № 3. – С. 241–257.

ПЕРСПЕКТИВЫ ПОИСКОВЫХ РАБОТ НА ЗОЛОТО В ПРЕДЕЛАХ ТОПОЛЬНИНСКОГО РУДНОГО ПОЛЯ (ГОРНЫЙ АЛТАЙ)

О.В. Логвиненко

Научный руководитель профессор А.К. Мазуров

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Республика Алтай является одним из старейших золотодобывающих районов Российской Федерации. Золотоносность района известна еще с начала 18 века. В настоящее время добычу рудного и россыпного золота в

Республике ведут рудник “Веселый”, Алтайский прииск и восемь старательских артелей сосредоточенных, главным образом, в северо-восточной части территории в Чойском и Турочакском районах [6].

Перспективными для освоения на территории Алтайского края являются месторождения Топольнинского и Мурзинского рудных полей, Башчелакского золоторудных узлов, а также Локтевское техногенное месторождение [1].

В данной статье представлен обзор опубликованных данных и рассмотрены перспективы поисковых работ на золотое оруденение в пределах Топольнинского рудного поля.

Топольнинское рудное поле расположено в Горном Алтае на северо-западной окраине Алтае-Саянского сектора Урало-Монгольского складчатого пояса. Рудное поле связано с районным центром (с. Солонешное) дорогами с грунтовым и гравийным покрытием, в свою очередь от Солонешного до г. Бийска проложена автодорога с асфальтовым покрытием протяженностью 200 км. Ближайшая железнодорожная станция, речная пристань и аэропорт расположены в г. Бийске. Имеются линии электропередач.

В геологическом плане, рудное поле расположено в пределах Ануйского структурного блока, который по зонам крупных разломов – на западе Башчелакского, на востоке Куячинского, граничит соответственно с Талицким и Катунским блоками. В металлогеническом плане Топольнинское рудное поле входит в состав Ануйского рудного района Алтае-Кузнецкого золоторудного пояса или, по современным представлениям [2] является составной частью Ануйского медно-золоторудно-россыпного узла Северо-Алтайского золоторудного пояса.

Топольнинское рудное поле имеет площадь 50 км², околтуренное по месторождениям, проявлениям золота, меди, полиметаллов, геохимическим аномалиям меди, серебра, золота, свинца, цинка, а также по площадным метасоматитам: пропилитам, березитам, аргиллизитам.

Площадь рудного поля сложена нижнесилурийскими, существенно терригенной, чинетинской, терригенно-карбонатной полатинской свитами, нерасчленённой карбонатно-терригенной громотухинской серии, существенно терригенной чесноковской, нижедедовской карбонатно-терригенной камышенской свитами.

Интрузивные образования занимают 30...35 % площади Топольнинского рудного поля, они представлены двумя массивами и многочисленными дайками пёстрого состава топольнинского габбро-гранодиорит-гранитового комплекса, штоками и линейными субвулканическими телами куяганского риолит-дацит-андезитового комплекса. По классификации Л.В. Таусона интрузивные породы топольнинского комплекса относятся к андезитовому типу [2]. На большей площади поля в экзоконтактах массивов вмещающие породы сильно ороговикованы и скарнированы. Жильные породы на площади Топольнинского рудного поля представлены кварцевыми, кварц-кальцитовыми жилами, а также линейно-штокверковыми зонами окварцевания [3].

Главными рудогенерирующими объектами поля являются гранитоиды топольнинского комплекса. Наиболее перспективны контактовые части Малотопольнинской интрузии, характеризующейся благоприятными параметрами флюидного режима, что обусловило её высокую продуктивность. Наиболее интересна геологическая позиция месторождения Лог № 26, располагающегося в надинтрузивной зоне с многочисленными дайками долеритов, диоритов, гранодиоритов, редко сиенитов [5].

По данным [5], в зоне минерализации месторождения Лог № 26 выделены 5 рудных тел мощностями от 0,9 до 16,3 м и протяженностями по простиранию от 62 до 300 м, по падению более 50 м. Рудные тела локализуются в контактах даек долеритов и диоритов. Тип оруденения – прожилково-вкрапленный. Представлен в виде прожилков, гнезд, линзочек кварц-карбонатного состава, реже жил кварца мощностью до 10 см. Сульфиды представлены пиритом, халькопиритом, арсенопиритом, реже пирротинном, халькозином, галенитом, тетрадимитом, висмутином. Выделены 2 разновидности арсенопирита: зернистая и игольчатая. Сульфиды встречаются как в прожилках, так и в листовитых кальцит-серпентинитового состава. Концентрация сульфидов варьирует от 0,5 до 2 %. Свободное золото тонкое (0,001...0,005 мм), редкие зерна достигают размера 0,2×0,5 мм. Формы выделения: октаэдрические кристаллы и их сростки, крючковатые, комковидные, пластинчатые, дендритовые. Проба золота 890...980 ‰. Элементы-примеси представлены (%): серебром (1,91...2,11), медью (0,01...0,02), висмутом (0,02...0,04). Концентрации золота в рудах колеблются от 0,2 до 120 г/т. Среднее содержание золота в рудных телах от 1 до 7,25 г/т. Связанное золото присутствует в сульфидах и тетрадимите. На проявлении Лог № 26 наблюдаются зональные метасоматиты: в нижней части кварц-альбит-хлоритовые, а в верхней – кварц-ортоклаз-кальцитовые, аналогичные таковым на Файфановском месторождении Синюхинского рудного поля.

В процессе проведения работ по ГИС-атласу [5], с опробованием вмещающих пород камышенской свиты на содержание углерода, позволило рассмотреть оруденение месторождения Лог № 26, как золото-черносланцевый объект. Содержание органического углерода в алевролитах и алевросланцах рудовмещающей толщи варьируется в пределах от 0,5 до 1,7 %. При этом рудные зоны месторождения располагаются в области развития алевролитов с органическим материалом сапропелевого типа, благоприятных для абсорбирования золота и других металлов. Местами в породах свиты отмечается тонкая вкрапленность сульфидов. Породы камышенской свиты в пределах Топольнинского рудного поля испытали воздействие со стороны интрузий топольнинского комплекса, что весьма благоприятно для локализации оруденения золото-черносланцевого типа.

Оценка прогнозных ресурсов по месторождению Лог № 26 проведена Топольнинским отрядом по результатам поисково-оценочных работ 1996–2000 гг. Прогнозные ресурсы золота категории Р1 по пяти рудным телам протяженностью по простиранию 100...150 м, по падению – 50...125 м, мощностью от 1,8 до 6,7 м, среднем содержании золота – 3,52 г/т, при плотности руды – 3,06 г/м³, составляют 3,3 т [5].

Другими перспективными месторождениями в пределах рудного поля являются месторождения Баяниха и Сухая Грива. Они относятся к золото-сульфидно-скарновому типу и располагаются на западном фланге рудного поля. Для месторождений оценены запасы золота категории С2 – по Баянихе 1184 кг, по Сухой Гриве – 630 кг. Прогнозные ресурсы категории Р1 составляют по месторождению Сухая Грива – 1,37 т, по проявлению Лог № 26 – 4,97 т. Прогнозные ресурсы золота категории Р2 для Топольнинского рудного поля определены по аналогии с Синюхинским эталоном при коэффициенте подобия 0,8 в объеме Q: $P2 = 50 \times 0,61 \times 0,81 = 24,4 \text{ т}$ [4].

Изученность района (наличие на всю площадь района геологических карт масштаба 1:50000; составлена прогнозно-металлогеническая карта и карты магнитного поля и поля силы тяжести масштаба 1:200000; гидрогеологическая, инженерно-геологическая, сейсмологическая и геоэкологическая изученность 1:500000 масштаба; для поисковых участков Баяниха, Лог 26, Сухая Грива, Рыбный Лог I, Рыбный Лог II имеются геолого-поисковые планы масштаба 1:1 000-1:500), а также наличие положительных критериев на обнаружение мелко-средних месторождений золота позволяют рекомендовать проведение поисковых работ на заданной площади.

Литература

1. Волков А.В. Золото Алтайского края // Золото и технологии. , 2011. – № 2 (12).
2. Гусев А.И. Металлогения золота Горного Алтая и южной части Горной Шории. – Томск, Изд-во СТТ, 2003. – 308 с.
3. Гусев А.И., Бедарев Н.П. Геология и золотоносность Топольнинского рудного поля Горного Алтая // Руды и металлы. – С. 100 – 109.
4. Гусев А.И., Гусев Н.И. Золото-генерирующие рудно-магматические системы Горного Алтая // Руды и металл, 1998. – № 2 – С.67–78.
5. Гусев А.И., Гусев Н.И. Перспективы Солонешского рудного узла Алтая на золото-черносланцевое оруденение // Современные и наукоемкие технологии, 2010. – № 10. – С.28–32.
6. Минерально-сырьевая база Республики Алтай: состояние и перспективы развития // Материалы регионального совещания. – Горно-Алтайск ГАГУ, РИО «Универ-Принт», 1998. – 120 с.

МЕТАСОМАТИЧЕСКИЕ ФОРМАЦИИ СУХАРИНСКОГО РУДНОГО ПОЛЯ (ГОРНАЯ ШОРИЯ)

Е.М. Лупак

Научный руководитель профессор В.Г. Ворошилов

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Сухаринское рудное поле расположено в западной части Тельбесского железорудного района Горной Шории. В основании геологического разреза Сухаринского рудного поля располагаются метаморфизованные карбонатно-терригенные отложения самарской свиты верхнего рифея-венда. Через дизъюнктивные нарушения с образованиями верхнего рифея-венда контактируют вулканогенно-осадочные образования сухаринской свиты венда-нижнего кембрия, которые занимают большую часть площади.

На рассматриваемой территории в составе сухаринской свиты можно выделить две пачки, нижнюю и верхнюю. Нижняя, существенно карбонатная, представлена известняками, доломитами, реже терригенными породами и андезитами. Верхняя пачка сложена ритмично слоистыми песчаниками, алевролитами и аргиллитами, андезитовыми порфиритами и их туфами. Местами развиты линзы известняков. К контактовой зоне ниже и верхней пачек, где имеет место чередование известняков и вулканитов, приурочены скарново-рудные тела всех участков Сухаринского рудного поля.

Интрузивные породы распространены в северо-восточной части Сухаринского рудного поля и занимают треть часть всей территории. Они имеют венд-нижнедевонский возраст и принадлежат к кембрийскому габбро-сиенитовому, силурийскому гранитоидному и ранне-средне-девонскому габбро-диоритовому комплексам.

В экзо- и эндоконтактах интрузий широко развиты процессы скарнирования и ороговикования, на которые, в свою очередь, наложено полиметальное оруденение, сульфидизация и окварцевание. Как правило, окварцованные, сульфидизированные скарны, роговики и железо-полиметальные руды являются в той или иной степени золотоносными. Золотоносны также зоны окисления сульфидно-магнетитовых и сульфидных руд [1].

В процессе изучения околорудных метасоматитов и руд Сухаринского рудного поля, исходя из пространственного размещения и временного взаимоотношения минеральных ассоциаций, выделяются метасоматиты четырех формаций: 1) кварц-полевошпатовые метасоматиты; 2) известковые скарны; 3) пропилиты; 4) березиты.

Процесс калишпатизации локален и проявлен в восточной части площади в породах тельбесского интрузивно-магматического комплекса второй фазы внедрения.

Возникновение калишпатизации связано с воздействием на диориты потоков постмагматических флюидов, приведшим к обогащению пород микроклином и кварцем. Преобразования проявляются в изменении окраски пород: они приобретают оранжевые и розовые цвета, пятнистые и полосчатые текстуры. Калишпат ксеноморфный, что приводит к появлению монцитовой структуры, по составу соответствует ортоклазу. Кроме того, калишпаты образуют прожилково-вкрапленные агрегаты и прожилки с нечеткими «метасоматическими» границами. Плаггиоклазы представлены преимущественно олигоклазом и довольно часто замещаются калишпатами. Кварц присутствует в виде отдельных округлых зерен или агрегатов зерен.

Известковые скарны на площади рудного поля проявились в связи с процессами послемагматической деятельности гранитоидной интрузии. Возникли они на месте алюмосиликатных (эндоскарны) и карбонатных (экзоскарны) пород в зонах биметасоматических и инфильтрационных процессов. Процессам скарнирования подверглись породы различного состава – диориты, диоритовые порфириты, карбонатные и терригенно-карбонатные породы.

Типоморфными минералами скарнов являются железистые гранаты ряда гроссуляр-андрадит и пироксены ряда диопсид-геденбергит. В эндоскарновых зонах встречается и эпидот.

Широкий диапазон образования минеральных парагенезисов скарнов обусловил формирование различных минеральных фаций, отвечающих температурным ступеням и соответствующим зональности расположения этих фаций по отношению к пути циркуляции постмагматических растворов. Таким образом, выделяются: 1) высокотемпературные (гранатовая, гранат-пироксеновая, пироксеновая) и 2) менее высокотемпературные (гранат-эпидотовая, пироксен-эпидотовая) фации.

Особенностью зональности скарнов является преобладание зоны гранатов над зонами пироксенов, что можно объяснить сравнительно высокой концентрацией кальция относительно кремнезема, концентрации которого в окружающих скарны породах довольно малы.

Интересно отметить повышенное содержания алюминия в гранатах скарновых зон участка Самарский V. Это может указывать на более тесную их связь к интрузивным контактам, нежели с зонами инфильтрации. Наличие же железистых разновидностей гранатов, приуроченных к ослабленным зонам участка Романовско-Кедровский, говорит о протекании здесь контактово-инфильтрационных процессов. Противоположно ведет себя железистость гранатов. Наиболее высокими концентрациями андрадитового минала (61..84 %) обладают гранаты центральной зоны рудного поля, где интенсивно развиты магнетитовые тела. По мнению С.С. Ильенка [2], увеличение железистости является признаком интенсивного поступления железа в инфильтрующихся растворах.

Из вышеизложенных фактов вытекает следующее. Скарновые тела СРП формировались биметасоматически-инфильтрационным путем, при меньшем участии диффузионных процессов. При этом инфильтрация растворов и, соответственно, процесс скарнирования были наиболее интенсивны в центральной и в северо-восточной частях площади.

Магнетитовые руды образуются сразу же после скарнов в условиях понижающейся температуры на фоне общего повышения кислотности рудоносных растворов в конце ранней щелочной стадии [3]. Магнетитовые руды представлены крутопадающими телами, субгласными зонам скарнирования. Протяженность рудных тел достигает первых сотен м, мощность – первых десятков м.

Среди окружающих скарны горных пород обычно встречаются пироксен-полевошпатовые, роговообманково-пироксеновые, актинолит-эпидотовые породы и эпидозиты.

В ходе понижения температуры по периферии скарновых зон образуются апоскарновые пропилиты. Они носят площадной характер; среди других околорудных метасоматитов занимают наибольшие площади.

В современном уровне эрозионного среза вулканогенные породы тельбесского комплекса имеют крутое падение, что не позволяет построить полную метасоматическую колонку. В то же время, в телах пропилитов отмечается зональность, которая выражена сменой снизу вверх более высокотемпературной эпидотовой фации более низкотемпературными: эпидот-хлоритовой и хлорит-кальцитовой. Пропилитизация характеризуется количественным изменением содержания эпидота, когда в центральной части выделяются участки с преимущественным развитием этого минерала в числе новообразованных, в то время как к периферии увеличивается количество хлорита и кальцита.

В зависимости от состава пород, подвергшихся процессу пропилитизации, состав новообразованных минеральных ассоциаций меняется. Наименее ярко процесс проявлен в практически мономинеральных породах – известняках, где изменения выражаются в появлении гнезд и прожилковидных агрегатов кварца в ассоциации с хлоритом и серицитом. Макроскопически изменения практически не заметны. Очень редко в составе новообразованных минералов появляется незначительная примесь эпидота.

Ярко выраженные пропилиты наблюдаются по диоритовым порфиритам тельбесского комплекса первой фазы внедрения. В составе метасоматической колонки данных пропилитов по степени замещения и количеству новообразованных минералов выделяется три зоны: внешняя, промежуточная и внутренняя.

Внешняя зона характеризуется замещением всех цветных компонентов породы хлоритом и кальцитом. Они также выполняют обильные трещины и мидалины. Первичное строение пород сохраняется полностью. Отличительными признаками промежуточной зоны являются альбитизация плагиоклаза и замещение хлорита эпидотом (до 10 %). Альбитизация начинается с появления мелких лейт альбита в интерстициях гранулированных плагиоклазов. В отдельных местах альбит псевдоморфно замещает сосюритизированные основные и средние плагиоклазы, сохраняя отдельные чешуйки серицита. При интенсивном развитии процесса происходит полное разрушение первичной структуры породы. Внутренняя зона характеризуется наличием прожилковых выделений эпидота, нередко в ассоциации с кварцем. Эпидот из внутренних зон несет повышенное содержание пистацитового компонента – 29 % против 22 % в слабопропилитизированных породах.

Линейные зоны пропилитизации, развитые по вулканитам андезибазальтового состава, образовались позднее апоскарновых и связаны с новым импульсом тектоно-магматической активизации региона. Отмечаются преимущественно в центральной части рудного поля. Для них характерно наличие двух зон: эпидот-хлоритовой и кальцит-хлоритовой. В строении метасоматической колонки линейных пропилитов, в отличие от апоскарновых, не было выделено собственно эпидотовой зоны, так как эпидот повсеместно присутствует вместе с хлоритом и не образует мономинеральных прожилков. Данный факт говорит о более низкотемпературных условиях образования линейных пропилитов.

Если на диаграмму фазового соответствия [4] нанести данные составов плагиоклазов и калиевых полевых шпатов из пропилитов, то они попадут в температурный интервал 450-5000С.

Как правило, эпидот развивается в виде псевдоморфоз по плагиоклазам и амфиболам, причем до полного их замещения. Эпидот мелкозернистый удлиненно призматической формы с размерами удлиненных призм до 0,5 мм развит гнездами, неравномерно распределен в породе. Такие агрегаты выполняют часто межзерновое пространство амфиболов.

Детальные исследования пропилитов позволяют установить последовательность перехода к березитам. Процесс пропилитизации начинается с образования полиминеральных псевдоморфоз по плагиоклазу (альбит + карбонат + эпидот), а далее идет по темноцветным минералам (эпидот + хлорит). Затем постепенно переходят в хлорит-карбонат-серицит-кварцевые метасоматиты, вплоть до серицит-кварцевых пород, которые по строению метасоматической колонки отнесены нами к березитам.

Березиты сопровождают кварцевые жилы и прожилково-вкрапленные руды. Первые создают оторочки на контакте с кварцевыми жилами, проявленными в гранодиоритах тельбесского комплекса. Формирование последних обусловлено подновлением тектонических структур, контролирующих размещение массивов. Проработке подверглись главным образом андезиты, которые даже при интенсивном метасоматическом изменении сохраняют свои структурные признаки.

В строении метасоматического ореола березитов по степени замещения исходных пород выделяются следующие зоны: 1) внешняя зона слабых изменений (10..30 % новообразованных минералов); 2) промежуточная зона изменений средней интенсивности (30..70 % новообразованных минералов); 3) внутренняя зона интенсивного преобразования исходных пород (70..100 % новообразованных минералов) с полным изменением структуры.

Наиболее ярко процесс березитизации проявлен в гранодиоритах на участке Малиновый. Преобразование пород начинается с появления в них карбоната и серицита. Первичная обломочная структура породы хорошо просматривается. В метасоматитах промежуточных зон карбонатизация и серицитизация пород усиливаются, увеличивается количество кварца, образуются чешуйки мусковита, появляется арсенопирит. Первичная обломочная структура породы еще проявляется, но уже не четко. Начиная с промежуточных частей колонки, порода представляет собой полнопроявленный метасоматит. Внутренняя зона сложена кварц-мусковит-серицитовым агрегатом с частой вкрапленностью золотоносного арсенопирита (10..20 %) и редкой вкрапленностью пирита. При этом максимально развит серицит, количество которого увеличивается от нижних горизонтов к верхним и в отдельных случаях составляет 50..70% породы. Повсеместно в березитах отмечаются вкрапленники альбита, апатита и прожилки турмалина мощностью 1..2 см.

Минерализованные зоны с золото-сульфидно-кварцевыми прожилково-вкрапленными рудами приурочены к зонам пропилитизации и березитизации. Они представлены системой крутопадающих жильно-прожилковых тел карбонатно-кварцевого, кварцевого состава с неравномерно распределенной прожилково-вкрапленной сульфидной минерализацией. Продуктивная минерализация представлена тремя ассоциациями – пирротиновой, арсенопирит-пиритовой и полиметаллической. Самородное золото отлагалось в течение всего рудного этапа, но основными золоторудными стадиями являются арсенопирит-пиритовая и полиметаллическая.

Завершение рудного процесса выразилось в формировании многочисленных кварцевых, флюоритовых, кальцитовых, хлоритовых прожилков без метасоматического изменения вмещающих боковых пород.

Литература

1. Санин, В.Н., Платонов А.Н., Демидов И.В. Благороднометалльное оруденение скарново-магнетитовых месторождений Тельбесской группы (Горная Шория) // Проблемы золотоносности Южной Сибири : Материалы научно-практической конференции. – Новокузнецк: НПО «Тэтис», 2001. – С. 120–124.
2. Столбова, Н.Ф. Минералогия и генезис Лебедской золотоносной скарновой зоны: Автореф. диссерт. канд. геол.-минер. наук / Н.Ф. Столбовой – Томск, 1970. – 24 с.
3. Синяков В.И. Основы теории рудогенеза. – Л.: Недра, 1987. – 192 с.
4. Перчук Л.Л., Рчябчиков И.Д. Фазовое соответствие в минеральных системах. – М.: Недра, 1976. – 287 с.

ЭТАПЫ ФОРМИРОВАНИЯ И СТРОЕНИЕ ПОДУГОЛЬНОЙ ТОЛЩИ АНГРЕНСКОГО КАОЛИН-БУРОУГОЛЬНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

Р.Ю. Мазур, Р. Рахмонов

Научный руководитель старший научный сотрудник А.А. Колдаев
Институт геологии и геофизики им. Х.М. Абдуллаева, г. Ташкент, Узбекистан

В процессе работ 2006-2010 гг. по грантам АН РУз (А-4-069, ФА-И5-Т003) в северной части разреза «Ангренский» Ангренского каолин-буроугольного месторождения (АКБУМ) в образованиях нижнеюрской подугольной коры выветривания (КВ) впервые были выявлены повышенные концентрации редкоземельных элементов (РЗЭ) достигающие, в среднем, промышленных концентраций (сумма 15 РЗЭ – 0,1 %). Исследования проводили на двух участках – карьере первичных каолинов – его стенкам, дну, скважинам колонкового бурения, пройденным здесь в 2006 г. при доразведке каолинов и в 2010 г. за его пределами, а также участке (место отбора технологической пробы), расположенном к востоку от карьера (рис. 1).



Рис. 1. Карьер первичных каолинов (северо-восточная часть разреза «Ангренский»). 1 – карьер, 2 – насосная, 3 – электроподстанция, 4 – место отбора технологической пробы

Исследование образцов, проб проводилось с использованием: в ИГТ АН РУз электронного микроанализатора «JXA-8800Rh» фирмы «Jeol» (Япония), оптического микроскопа «Nikon», оснащенного цифровой видеокамерой «JVC» и компьютером для изучения газовой-жидких включений; в ИЯФ АН РУз – инструментального нейтронно-активационного анализа (ИНАА) с облучением концентратов минералов на атомном реакторе ВВР-СМ и регистрацией активированных проб на гамма-спектрометре LP-4900 «Nokia» (Финляндия); в Пробирной палате РУз – масс-спектрометра ICP «Elan».

АКБУМ находится в 110 км к юго-востоку от г. Ташкента. В геологическом строении подугольной толщи месторождения принимают участие (снизу-вверх): кварц-полевошпатовые порфиры, аргиллизиты, кремнисто-карбонат каолиновые метасоматиты и отложения базальной свиты (J_1) возраста.

Кварц-полевошпатовые порфиры слабо измененные процессами выветривания, красноватого цвета, крепкие, структура – порфировая, основной массы – графическая, субграфическая. Вкрапленники – калиевый полевой шпат (до 3x4 мм) со стекляннным блеском типичным для санидина, кварц (2...4 мм). Основная масса – кварц-калиевополевошпатовый (КПШ) агрегат. Кварц основной массы развит между табличками КПШ. Аксессуары: апатит – вытянутые (до 0,5 мм) призматические зерна с редкими землями, кристаллы циркона (30 мкм, 10x15 мкм), титаномагнетит (октаэдр, прямоугольники до 45x50 мкм), рутил (5x8 мкм). Постмагматические изменения эффузивов сопровождаются замещением доломитом калиевополевошпатовой основной массы, развитием микропрожилков – кальцита (редко), доломита, флюорита; аргиллизацией – развитием каолинита по порфировым выделениям плагиоклаза и основной массе породы и выщелачиванием фенокристаллов кварца. Аргиллизиты – светлоокрашенные хрупкие каолинизированные образования, сохраняющие, в большинстве случаев, структурные и текстурные признаки кварцевых порфиров.

По вулканитам развиваются метасоматиты кремнисто-карбонат-каолининового состава крепкие, светлоокрашенные, пронизаны многочисленными неправильными светло-серыми до бледно-розовых прожилками микрозернистого кремнисто-карбонатного агрегата (рис. 2). Мощность прожилков до 1...5 мм, количество – 20...60 % объема породы. Остальную массу породы составляют: микрочешуйчатый каолинит, кварц (3...5 %), сохраняющий форму и размеры (1...3 мм) порфировых выделений, либо раздробленный новообразованным кремнисто-карбонатным агрегатом на более мелкие фрагменты. В случае интенсивного развития прожилков порода утрачивает порфировую структуру. Кремнисто-карбонатные прожилки сложены микрозернистыми агрегатами кварца и находящимся с ним в тесном срастании железомарганцевым доломитом, содержащим (%): CaO (24,71...28,33), MgO (10,30...15,89), MnO (4,50...5,52) и FeO (до 4,04). Равномерное распределение Ca, Mg, Mn, Si в доломите (рис. 2), характер взаимоотношений SiO_2 , доломита и каолинита указывают на близкое или одновременное образование ассоциаций этих элементов и минералов, что характерно для пород метасоматического генезиса. Наличие кварца в прожилках непостоянно и устанавливается по их повышенной твердости или аналитически (SiO_2 , 1,13...50,86 %). Тесная пространственная ассоциация и близкий минеральный состав кремнисто-карбонат-каолининовых пород и аргиллизитов позволяет отнести их к фаціальным разновидностям единого гидротермально-метасоматического процесса.

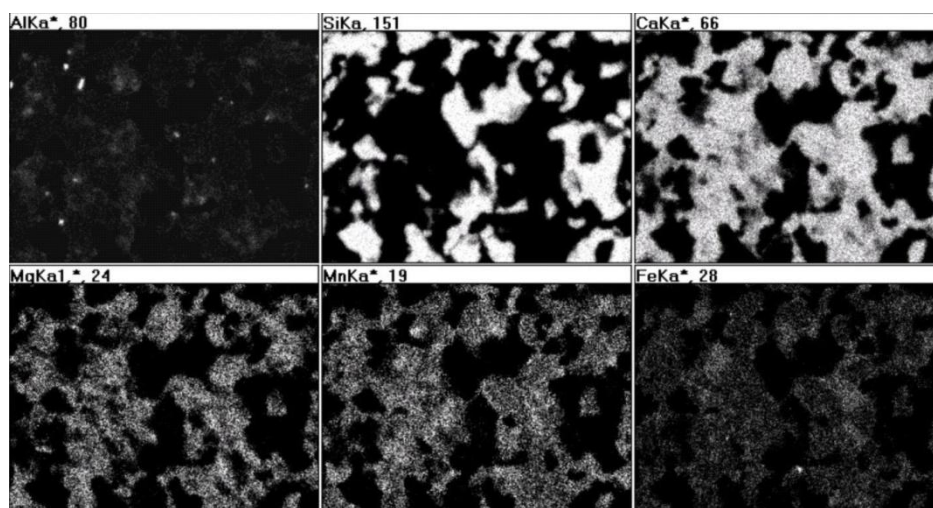


Рис. 2. Растровые картинки распределения Si, Ca, Mg, Mn, Fe, Al в кремнисто-карбонат-каолиновом метасоматите (обр.: к8131, скв. 5638, инт. 16,7...17) м)

Контакты кремнисто-карбонат-каолиновых пород с аргиллизитами не имеют четких границ. Ширина выходов кремнисто-карбонат-каолиновых пород достигает десятков метров, а вскрытая скважинами колонкового бурения глубина 2...35 м.

В метасоматитах выявлен барит, образующий просечковидные жилки, прожилки (мощность 1...2 мм до 1,5 см, длина до 1,5 м), редко линзы длиной 20 см и мощностью до 1,5 см и друзы. Цвет барита от водяно-прозрачного (мелкие осколки) до коричневого (примесь оксидов железа по спайности) разных оттенков в жилах; сложение – в прожилках параллельно-шестоватое, гнездах (единичная находка) – крупнокристаллическое. Микропрожилки барита цементируют обломки доломита, кварца, каолинита. Температура гомогенизации двухфазовых газово-жидких включений в барите 105...305°C.

После завершения карбон-нижнепермской вулканогенно-гидротермальной деятельности породы субстрата подвергались эпигенетическим изменениям, протекавшим в слабо восстановительных условиях и сопровождавшимся замещением доломита сидеритом, развитием его микропрожилков в различной степени выщелоченных эффузивах.

В триас-нижнеюрское время начинается процесс корообразования. При этом эпигенетический сидерит окисляется, доломит метасоматитов выщелачивается вплоть до образования доломитовой муки, кремнистая составляющая маршаллитизируется, каолинит метасоматитов и эффузивов диспергируется. Мощность нижнеюрской КВ метасоматитов в основном составляет 26...35 м, достигая в ряде случаев 90...100 м.

Тектонические подвижки, проседания выветренных пород сопровождались формированием многочисленной системы трещин, зеркал скольжения, по которым шло переотложение каолина, сидерита, барита.

В начале нижнеюрского времени КВ субстрата претерпела размыв и переотложение с формированием красноцветных глинистых, песчаных кварц-каолиновых осадков переотложенных продуктов выветривания (ППВ) – склоново-обломочной и других фациальных зон (базальная свита, по В.А. Захаревичу, Н.П. Петрову и др.).

В течение J_2 на ППВ начинает формироваться мощная (до 70 м) толща угольных отложений, сопровождавшаяся развитием, как в самих углях, так и в подстилающих породах восстановительных эпигенетических процессов. При этом красноцветы базальной свиты осветляются с замещением оксидов железа микрозернистым, а в дальнейшем и крупнозернистым пиритом и марказитом. В выветренных метасоматитах, реже в выщелоченных и каолинизированных эффузивах, каолиновые вкрапленники замещаются зеленоватым монтмориллонитом, выделения дисульфидов железа образуют рассеянные в каолините мелкозернистые кристаллы пирит-марказита, либо их линзовидные агрегатные сростания с каолинитом, прожилки (длиной до 5 см) или неправильные выделения крупнозернистого пирита. Значительно реже в выветренных породах отмечаются микропрожилки сфалерита, вкрапления галенита. Редкоземельные минералы также претерпевают изменения на всех стадиях формирования подугольной толщи.

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ЗОЛОТА ПО ПРОФИЛЮ ОСТАТОЧНОЙ КОРЫ ВЫВЕТРИВАНИЯ ОЛЬХОВСКО-ЧИБИЖЕКСКОГО РАЙОНА (ВОСТОЧНЫЙ САЯН)**И.В. Мартыненко**

Научный руководитель профессор А.К. Мазуров

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

В настоящее время большинство исследователей под корой выветривания понимают геологическое тело, сложенное преимущественно элювиальными продуктами физического и химического выветривания горных пород, формирующихся и эволюционирующих под влиянием комплекса климатических, тектонических, геоморфологических и других факторов [2].

В последнее время все больший интерес вызывают месторождения полезных ископаемых, связанные с формацией кор выветривания. Это обусловлено близповерхностным залеганием и высокой степенью дифференциации вещества, что способствует формированию промышленных концентраций целого ряда элементов.

Особое внимание уделяется золотоносным корам выветривания, которые представляют собой значительный сырьевой потенциал для развития золотодобывающей промышленности. Интерес к этим объектам определяется рядом причин: возможностью открытой разработки, отсутствием необходимости дробления руды, простой технологией и высокой экономической эффективностью извлечения золота при низких его содержаниях.

Целью настоящих исследований является получение новой дополнительной информации о строении, зональности, минералого-геохимических особенностях и промышленной значимости исследуемых объектов, на предмет их потенциальной золотоносности.

Северо-западная часть Восточного Саяна весьма перспективна на выявление месторождений золота в корях выветривания. Золотоносные коры выветривания развиты в пределах Ольховско-Чибихежского, Кувайско-Жайминского, Сисимского и Осинового рудных узлов [1, 8].

Ольховско-Чибихежский рудный район занимает северо-западную окраину Восточного Саяна. Для него характерен двухъярусный геологический разрез: нижний ярус представлен нижнекембрийскими карбонатными, а верхний – вулканогенными толщами, прорванными интрузивными образованиями Ольховского габбро-диорит-гранодиоритового и Беллыкского гранитоидного комплексов, которые образуют крупные и удлиненные в плане батолитовые массивы [3].

На изучаемой площади района остаточные коры выветривания мел-палеогенового возраста пользуются широким распространением, развиты по кислым породам ольховского комплекса и карбонатным образованиям чибихежской свиты. Наиболее развиты коры выветривания каолинового и гидрослюдисто-каолинового состава. По условиям залегания, в пределах района, выделяются линейная и линейно-площадная коры, с преобладанием кор выветривания линейного типа. Продукты выветривания сложены глинистым и песчано-глинистым материалом. Эти отложения в значительной степени лимонитизированы и карбонатизированы, местами в них присутствуют железистые и железо-марганцевые конкреции [7].

Остаточная кора выветривания, сформированная на гранитах и гранодиоритах, характеризуется развитием полного профиля выветривания, в составе которого выделяются три основные зоны (снизу вверх):

- дресвяно-щебенистая;
- монтмориллонит-гидрослюдистая с каолинитом;
- каолиновая с охристыми включениями гидроокислов железа и марганца.

Отличительной особенностью коры выветривания является преобладание минералов тонкодисперсной, глинистой фракции [4].

С целью геохимической характеристики выделенных зон было проведено количественное определение основных породообразующих элементов по профилю коры выветривания методом масс-спектрального анализа с индуктивно связанной плазмой.

При математической обработке полученных результатов было установлено, что остаточные коры выветривания в петрохимическом отношении характеризуются накоплением оксидов железа и марганца на фоне выноса щелочных элементов по отношению к материнскому субстрату, и только в охристо-каолиновой зоне сформированной коры отмечаются повышенные значения калия. С увеличением степени гипергенной проработки увеличиваются содержания оксидов железа и марганца, достигая максимальных значений в верхней охристо-каолиновой зоне.

При изучении химического состава пород по профилю коры выветривания факторным анализом были установлены главные ассоциации элементов и их взаимоотношения. Пространственное распределение петрогенных элементов по профилю коры выветривания показаны на рисунке.

Первый фактор характеризуется повышенной положительной корреляционной связью алюминия, циркона и титана. Это ассоциация малоподвижных или устойчивых элементов, содержание которых по профилю выветривания практически одинаково и составляет от 0,012 до 0,071 мас. % при среднем значении 0,016 мас. % для циркона, и от 0,1 до 0,67 мас. % при среднем 0,446 мас. % для титана. Однако в нижней части сформированной коры отмечается вынос этих элементов. Магний и кальций входят в состав второй ассоциации, которая характеризует среднюю монтмориллонит-гидрослюдистую зону. Эти элементы освобождаются при выветривании исходных пород и лишь в нижней части зоны задерживаются в составе некоторых глинистых минералов. Третий фактор указывает на тесную взаимосвязь железа, марганца, золота и серебра. Эти элементы

характерны для верхней, наиболее измененной выветриванием, охристо-каолиновой зоны, где происходит накопление оксидов железа и марганца, а золото в виде тонкой механической примеси установлено в зернах гематита, гетита и в лимонитизированных прожилках [6].

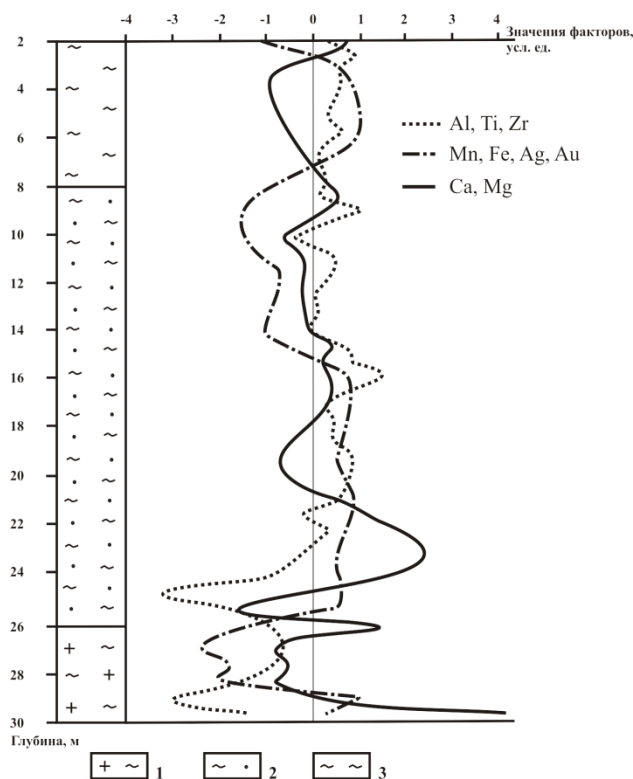


Рисунок. Пространственные взаимоотношения ассоциаций петрогенных элементов по профилю коры выветривания.

Зона: 1) дресвяно-щебенистая; 2) монтмориллонит-гидрослюдистая; 3) охристо-каолиновая

В целях изучения особенностей золота коры выветривания, его морфологии, характера поверхностей и контактов с другими зернами и выявления количественных соотношений между золотом и элементами-примесями были проведены минераграфические, электронно-микроскопические и микронзондовые анализы.

В результате проведенных исследований установлено, что золото коры выветривания, с некоторой условностью, подразделяется на первичное и вторичное – гипергенное. Первичное представлено идиоморфными, гемидиоморфными и неправильными формами с преобладанием кристалломорфных агрегатов послойного пластинчатого строения со скульптурой роста, выражающейся в линейной ступенчатости [5]. Пробность первичного золота в коре выветривания колеблется в широких пределах, однако преобладает среднепробное и умеренновысокопробное. Неправильные формы золота – ксеноморфные, трещинные, прожилковые, интерстициальные выделения нитевидного облика характерны для вторичного гипергенного высокопробного золота, которое образует колломорфные нитевидные сростания с железистой массой, а также отмечается в виде пластинчатого нарастания на изометричных зернах кристаллоподобного золота. Вторичное золото имеет высокопробный и высокопробный состав, при средней пробности 975 ‰.

Таким образом, признаки гипергенного преобразования золота в коре выветривания выражаются в наличии структур растворения и образовании вторичного высокопробного гипергенного золота на изометричных зернах первичного видимого умеренновысокопробного золота, а также в виде микровключений в гематитовых агрегатах и зернах. Повышенные содержания золота приурочены к нижней части верхней охристо-каолиновой зоны. Это обусловлено наличием щелочного геохимического барьера, представляющего собой смену кислых условий щелочными, где вместе с золотом концентрируется железо и марганец в окисной и гидроокисной формах [6].

Литература

1. Золотоносные коры выветривания Сибири / под ред. С.С. Сердюка. – Красноярск: КНИИГиМС, 2002. – 116 с.
2. Калинин Ю.А., Росляков Н.А., Прудников С.Г. Золотоносные коры выветривания юга Сибири. – Новосибирск: Гео, 2006. – 339 с.
3. Коробейников А.Ф., Зотов И.А. Комплексные месторождения благородных и редких металлов. – Томск: Изд-во ТПУ, 2006. – 327 с.

4. Мартыненко И.В., Золото в продуктах коры выветривания Ольховского рудного поля // Россыпи и месторождения кор выветривания: современные проблемы исследования и освоения: Матер. XIV Междунар. совещ. – Новосибирск, 2010. – С. 426–430.
5. Петровская Н.В. Самородное золото. – М.: Наука, 1973. – 349 с.
6. Росляков Н.А. Геохимия золота в зоне гипергенеза. – Новосибирск: Наука, 1981. – 239 с.
7. Хазагаров А.М. Мезозойские и третичные золотоносные россыпи Восточного Саяна и Кузнецкого Алатау // Геология россыпей / под ред. В.И. Смирнова. – М.: Наука, 1965. – С. 188–198.
8. Цыкин Р.А., Попова Н.Н. Кайнозой северо-западной части Восточного Саяна. – Красноярск: СФУ, 2009. – 115 с.

РУДНО-МЕТАСОМАТИЧЕСКАЯ ЗОНАЛЬНОСТЬ ЗОЛОТОРУДНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ЗАПАДНОЙ КАЛБЫ

В.В. Меркушев

Научный руководитель профессор А.Ф. Коробейников

Национальный исследовательский Томский Политехнический университет, г. Томск, Россия

Во времена бывшего СССР в Западной Калбе впервые были установлены золоторудные месторождения стратиформного типа в черносланцевых толщах карбона. Их изучение и промышленное освоение послужило основой для усиления исследований золотоносности черносланцевых толщ. Практически все промышленные месторождения и большинство рудопроявлений золота Зайсанской складчатой системы сосредоточены в центральной ее части, соответствующей Западно-Калбинской металлогенической зоне. Они размещаются в разрезе слабо метаморфизованных углеродистых отложений, образованных в синклиналиях рифтогенного типа и принадлежат кварцево-жильным, прожилково-вкрапленным и вкрапленным типам. Объектами эксплуатации являются месторождения всех этих типов, но наибольшее практическое значение имеют вкрапленные и прожилково-вкрапленные золото-сульфидные руды в черносланцевых толщах.

Черносланцевые формации довольно широко распространены в различных структурах земной коры и являются типичными представителями разновозрастных складчатых и офиолитовых поясов. В этих углеродистых толщах залегают крупнейшие месторождения золота, суммарные запасы которых составляют 30,62 % мировых запасов золота без учета запасов Витватерсранда. Кроме того, в рудах отдельных месторождений золота в черносланцевых формациях установлены повышенные содержания элементов платиновой группы, что в перспективе может значительно повысить их ценность. Это позволяет считать золоторудные месторождения в черносланцевых формациях важным источником золота не только сейчас, но и в следующем столетии, чем определяется актуальность и перспективность исследований по данной проблеме [3].

В пределах рудных полей установлена единая рудно-метасоматическая зональность, проявленная в закономерной смене по вертикали снизу вверх ранних щелочных с вкрапленным золото-сульфидным оруденением на поздние кислотные метасоматиты березитовой формации с прожилково-вкрапленным золото-сульфидным и, затем, кварц-золото-сульфидным штокверковым и кварцево-жильным оруденением. Выявленная рудно-метасоматическая зональность подтверждается минералогическими и геохимическими данными.

В изученной металлогенической зоне рудные поля объединяются в три структурно-морфологические группы: 1 – рудные поля с жильно-кварцевыми и штокверковыми типами оруденения в терригенных, вулканогенных толщах карбона и в габбро-плаггиогранитных массивах; 2 – рудные поля, представленные минерализованными сульфидными зонами в углеродистых терригенных толщах карбона; 3 – рудные поля комбинированного типа, включающие кварцевые жилы, штокверки и золото-пирит-арсенопиритовые минерализованные зоны в различных терригенно-вулканогенных толщах и интрузивах. Выделенные группы рудных полей и месторождений региона размещаются вполне закономерно в общей рудно-метасоматической колонне: золото-кварцево-жильные тяготеют к верхней, штокверковые золото-кварцево-сульфидные – к средней, прожилково-вкрапленные золото-пирит-арсенопиритовые – к корневой частям палеогидро-термальной колонны. В верхней части этой рудно-метасоматической колонны независимо от состава вмещающих пород формировались сложные ветвящиеся кварцевые жилы, жильные зоны, сопровождаемые березитизацией вмещающих пород. На глубине они переходят в штокверки среди лиственито-березитов и затем внизу – в зоны прожилково-вкрапленной, вкрапленной сульфидной минерализации среди лиственито-березитов или реже березитизированных пропицитов, кварц-полевошпатовых метасоматитов [2].

На Баладжальском рудном поле проявлены кварцево-жильный тип оруденения со свободным золотом и убогой пирит-арсенопиритовой минерализацией в зонах развития кварц-карбонат-мусковит-серицитовых фаций березитов и прожилково-вкрапленный, представленный золотоносной пирит-арсенопиритовой минерализацией в апогаббровых березитах и березитизированных пропицитах, кварц-полевошпатовых метасоматитах и метадиоритах. В рудном поле кварцевые жилы локализуются как в теле габброидного штока, так и за его пределами. Сопровождающие кварцевые жилы околорудные березиты имеют невыдержанную мощность от 2...3 метров в интрузивных породах до 10...12 метров в черносланцевых отложениях карбона. Прожилково-вкрапленный тип оруденения установлен в центральной части габброидного штока. Мощность березитов, сопровождающих золотоносную пирит-арсенопиритовую минерализацию, достигает 60 м, при максимальной мощности рудных интервалов в 33,3 м [1].

Общий анализ металлоносности углеродистых горизонтов позволяет сделать вывод, что для глинисто-терригенных и карбонатно-(кремнисто)-вулканогенных толщ характерно золото-сульфидное оруденение, для вулканогенно-кремнистых – ванадий-молибденовое с фосфором, для карбонатных – полиметаллическое и железо-марганцевое. Глинисто-терригенные (глинисто-известковистые) толщи, представленные графитистыми и

сульфидоносными углеродистыми сланцами, аргиллитами, песчаниками, глинистыми и доломитистыми алевролитами, вмещают крупнейшие золоторудные месторождения Северо-Востока России (Нежданкинское, Наталкинское, Майское), Аляски (Джуно), Калифорнии (Мазер Лоуд), провинции Бассейнов и Хребтов (Карлин, Голд Кворри), Австралии (Бендиг Балларат) и др. Карбонатно-(кремнисто)-вулканогенные толщи сложены углеродистыми сланцами с известняками и доломитами, а также вулканитами; существенно рудоносные карбонатные пачки распространены в протерозойских толщах Карелии, Западного и Восточного Саяна и фанерозойских толщах Казахстана и в частности большинство [3].

Состояние изученности большинства золоторудных объектов Западной Калбы в настоящее время не позволяет однозначно оценивать их практическую значимость и успешно выполнять прогнозно-поисковые работы на золото в регионе. Поэтому выяснение условий формирования различных структурно-морфологических типов золоторудных объектов, прежде всего продуктов рудоносного метасоматизма в черносланцевых толщах карбона, определение на этой основе прогнозно-поисковых критериев и признаков промышленного оруденения является актуальной первостепенной задачей.

Литература

1. Ананьев Ю.С. Условия локализации благороднометалльного оруденения в черносланцевых толщах Северо-Восточного Казахстана // Актуальные вопросы геологии и географии Сибири. – Томск: ТГУ, 1998. – Т. 3. 1998. – С. 18.
2. Ананьев Ю.С., Зыков Ю.Е. Метасоматоз и оруденение в одном из золоторудных месторождений Западной Калбы // Рациональное использование природных ресурсов Сибири. – Томск: ТГУ, 1989 – С. 130.
3. Некрасов Е.М., Сидоров А.А., Стружков С.Ф., Золоторудные гиганты России и мира Константинов, 2000.

ВЗАИМОСВЯЗЬ ВТОРИЧНЫХ ЛИТОГЕОХИМИЧЕСКИХ ОРЕОЛОВ И СТРУКТУРНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ МЕСТОРОЖДЕНИЯ «ЗОЛОТОЕ» (ЕНИСЕЙСКИЙ КРЯЖ)

А.Л. Попов

Научный руководитель профессор С.В. Сендек

Санкт-Петербургский государственный горный университет, г. Санкт-Петербург, Россия

При опосредованном поиске золоторудных объектов немаловажную роль играет выявление природы геохимических аномалий. Наряду с анализом взаимосвязей геохимических ореолов и минерального состава руд месторождения стоит уделять внимание структурной составляющей геохимического поля, а именно взаимосвязи вторичных ореолов рассеяния золота и его элементов спутниковыми структурными элементами месторождения.

Данные работы проводились на базе золоторудного месторождения Золотое в пределах Тейско-Уволжского рудного узла центральной части Енисейского кряжа. На данный момент на месторождении выделено пять рудных зон протяженностью до 1000 м и мощностью до 40 м. Рудные зоны месторождения крутопадающие, имеют северо-восточное простирание и прослеживаются на глубину до 150 м. Среднее содержание золота на месторождении 2 г/т.

В современных тектонических структурах Енисейского кряжа, который рассматривается как покровно-складчатый пояс в юго-западном обрамлении Сибирской платформы, Нойбинская площадь и входящий в нее Тейско-Уволжский рудный узел охватывают фрагменты Панимбинского (Нойбинского) антиклинория и Тейского прогиба [2]. Структуры ограничены зонами разломов, надвигов и контактами несогласия.

Разрывные нарушения определяют рисунок современного структурного плана района. Тейско-Алманаканская группа пластин Панимбинского антиклинория ограничена с севера Тейско-Чингасанским, а с юго-запада – Димгано-Уволжским взбросами, которые являются фрагментами Ишимбинской и Татарской зон глубинных разломов. Тектонические пластины отделяются надвиговыми зонами. В пределах Нойбинской площади выделяется шесть крупных надвиговых пластин, осложненных мелкими тектоническими клиньями, создающих крупную Нойбинскую зону тектонического меланжа, образующую сложный пакет покровов. Тектонические пластины ограничены зонами надвигов, осложненных более поздними складчатыми дислокациями и разрывами взбросо-сбросовой морфологии.

Главными тектоническими нарушениями Тейско-Уволжского рудного узла служат Уволжский сброс и Тейско-Уволжский надвиг, которые тянутся в СЗ направлении практически через всю площадь.

По Тейско-Уволжскому надвику происходило надвигание рязановской свиты на породы Сухопитской серии. Перспективная на золото Тейско-Уволжская надвиговая зона прослежена на юго-восток за пределы участка, где она смыкается с зоной золотоносного Верхне-Енашиминского надвига, к северной ветви которого приурочено крупное месторождение золота Благодатное. Время заложения крупных надвиговых зон на Енисейском кряже, определяемое по ряду косвенных признаков, позволяет выделить узкий временной интервал их формирования – 710...730 млн.л. [4].

Уволжский сброс ограничивает Тейско-Уволжский грабец, выполненный молассовой формацией чингасанской серии. В магнитном поле он практически не выражен. С ним пространственно связаны радиоактивные аномалии и проявления урана и тория. Его связь с золотоносностью на сегодняшний день не установлена. По возрасту он более молодой, чем Тейско-Уволжский надвиг.

Второстепенные разломы подразделяются по морфологии, направлению и размерам на 4 группы (от более древних к молодым), выделенные на основании разведочных работ, проводимых на площади [3].

1. Малоамплитудные непротяженные (первые км) разломы северо-западного и запад-северо-западного простирания сколового и трещинного характера. Направление этих разломов в целом совпадает с направлением Тейско-Уволжского надвига. Возможно, образование их связано с формированием Тейско-Уволжского надвига, когда в результате наползания одной плиты на другую происходило дробление лежачего крыла во фронтальной части надвига. Они послужили в качестве наиболее проницаемых зон для внедрения рудоносных гидротерм.

2. Субширотные восток-юго-восточные нарушения имеют протяженность порядка 10 км. В современном рельефе они зачастую определяют направление гидросети. Разломы секут и смещают зоны Тейско-Уволжского надвига и Уволжского сброса. Разломы взбросо-сбросового характера с субвертикальной или слабо наклонной на СВ плоскостью сместителя. Амплитуда вертикального смещения, вероятно, первые сотни метров. Вдоль этих разломов прослеживаются зоны метасоматоза, березитизации, диафореза и вторичного окварцевания. По времени заложения они, вероятно, близки с процессами рудообразования, однако, скорее всего, не являются рудоподводящими.

3. Протяженные (15...20 км и более) линейные и дугообразные разломы северо-западного направления предположительно сбросо-сдвигового характера выделяются в основном по геофизическим данным. Разломы секут и смещают зону Тейско-Уволжского надвига, а также нарушения субширотного направления. Разломы эти, по всей видимости, являются пострудными, так как по ним отмечается смещение зон гидротермального метасоматоза.

4. Линейные разломы северо-восточного направления сдвигового, или сбросо-сдвигового характера, протяженностью до 10 км и более. Амплитуда горизонтального смещения оценивается в первые сотни метров. По времени заложения они являются наиболее молодыми – секут и смещают главные нарушения, а также разломы первых двух групп. Судя по смещению зон гидротермального метасоматоза, эти разломы являются пострудными.

Согласно с работой Варгуниной, исследуемая нами площадь пространственно совпадает с территорией центрального блока и входит в состав Центральной оксисалькофильной золотоносной зоны, выделенной А.А. Ладьнинным с соавторами (1991 г.). Она характеризуется резким сгущением аномальных полей золота, увеличением их размеров и контрастности, возрастанием количества точек золотоносности кварцево-жильной минерализации и шлиховых ореолов золота. Типоморфная элементная ассоциация зоны представлена Au-As-Sb. В пределах зоны известны 20 золоторудных месторождений, 44 рудопроявления и около 200 точек золоторудной минерализации [1].

Основным фактором, контролирующим размещение аномальных значений геохимического поля золота, служат отложения сухопитской серии, в особенности участки гидротермального метасоматоза березититовой направленности, а также крупные, субсогласные с простиранием пород, региональные разломы надвигового и взбросового характера. В целом, геохимическое поле золота имеет мозаичный характер. На общем фоне, представленном хаотически расположенными полями золота интенсивностью до 10 мг/т, выделяются отдельные, как крупные высокоинтенсивные аномалии (протяженностью в несколько км), так и мелкие локальные ореолы, которые зачастую группируются в вытянутые вдоль геологических структур цепочки. Размер таких обособлений не превышает 1...1,5 км. Длина цепочек достигает 8 км. Наиболее высокая площадная продуктивность аномальных полей золота проявлена на площади Тейско-Уволжского рудного узла. В тесной пространственной связи с аномальными геохимическими полями золота находятся такие элементы-спутники как мышьяк, серебро и, в меньшей степени, бор, барий, молибден, медь, свинец.

В распределении золота по площади рудного узла просматривается четкая приуроченность его максимальных концентраций к фронтальной зоне Тейско-Уволжского надвига. Практически все повышенные концентрации золота ложатся в область распространения пород кординской свиты, где отмечается их очень хорошая пространственная корреляция с метасоматитами березититовой направленности.

Общее аномальное поле золота Тейско-Уволжского рудного узла разорвано на две части. Это обусловлено, вероятно, блоковой тектоникой участка – область разрыва аномального поля является либо взброшенным, либо опущенным блоком.

Наиболее контрастные аномальные поля золота отмечаются на месторождении Золотое. Ореол золота месторождения высококонтрастный, представлен одной аномалией, имеющей овальную в плане форму. Размеры его 2 x 0,6 км, интенсивность в эпицентрах достигает 1...2 г/т (в единичной пробе до 23 г/т). Для ореола золота участка Золотой характерна его резкое пространственное ограничение (область затухания аномалии первые десятки метров). Юго-восточный край аномалии смещен по тектоническому нарушению на 600...800 м в северо-восточном направлении.

Блоковое строение Тейско-Уволжского рудного узла хорошо прослеживается на геологической карте и тектонической схеме рудного узла подтверждается неравномерностью распространения метасоматической переработки пород. Этот факт свидетельствует о том, что ряд блоков северо-западной ориентировки испытали восходящие, либо нисходящие движения. Общее аномальное поле золота Тейско-Уволжского рудного узла разорвано на две части. Это также обусловлено, вероятно, блоковой тектоникой участка – область разрыва аномального поля является либо взброшенным, либо опущенным блоком.

Смещение, судя по всему, происходило по линейным разломам северо-восточного направления сдвигового, или сбросо-сдвигового характера, протяженностью до 10 км и более, амплитуда горизонтального смещения оценивается в первые сотни метров, а также протяженным (15...20 км и более) линейным и дугообразным разломам северо-западного направления предположительно сбросо-сдвигового характера, выделенным в основном по геофизическим данным. По времени заложения они являются наиболее молодыми – секут и смещают главные нарушения, а также разломы первых двух групп. Разломы секут и смещают зону

Тейско-Уволжского надвига, а также нарушения субширотного направления. Морфология их недостаточно изучена. Разломы эти, по всей видимости, являются пострудными, так как по ним отмечается смещение зон гидротермального метасоматоза.

В качестве рудоподводящих выступают малоамплитудные непротяженные (первые км) разломы северо-западного и запад-северо-западного направления сколового и трещинного характера. На геологической карте они не отражены и выявляются только на крупномасштабных планах и разрезах участков Золотой и Прогнозный. Направление этих разломов в целом совпадает с направлением Тейско-Уволжского надвига. Возможно, образование их связано с формированием Тейско-Уволжского надвига, когда в результате напоздания одной плиты на другую происходило дробление лежачего крыла во фронтальной части надвига. Падение плоскости сместителя крутое ($\sim 80^\circ$) в сторону надвига, амплитуда вертикального смещения до первых десятков метров. С линейными очертаниями этих нарушений, а также основного надвига, совпадают аномальные геохимические поля золота.

Литература

1. Варгунина Н.П. Региональные геохимические факторы золотоносности Енисейского кряжа. // Руды и Металлы, 2009. – № 1. – С. 51–67
2. Качевский Л.К. Легенда Енисейской серии Государственной геологической карты Российской Федерации масштаба 1:200 000 (второе издание). – Красноярск, 1998.
3. Стороженко А.А., Васильев Н.Ф., Пиманов А.В. и др. ГДП-200 в пределах Нойбинской площади Енисейского кряжа (листы Р-46-XXII, XXIII). – Красноярск, 2008.
4. Шрайнер А.Д., Межубовский В.В. и др. Окончательный отчет по объекту: «Поисковые и оценочные работы в пределах Нойбинской площади». – Красноярск, 2009.

БАЗАЛТЫ РЕСПУБЛИКИ АЛТАЙ: ГЕОХИМИЯ, ПЕТРОГРАФИЯ И ГЕОДИНАМИЧЕСКИЕ ОБСТАНОВКИ ФОРМИРОВАНИЯ

О.С. Разва

Научный руководитель профессор В.Г. Ворошилов

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Изученная территория располагается в центральной части Горного Алтая, в пределах Бийско-Катунской структурно-формационной зоны (СФЗ), характеризующейся очень сложным геологическим строением. На территории района работ преимущественно развиты осадочные и вулканогенные породы. Последние представлены базальтами чемальской (C_{1cm}), манжерокской (C_{1mn}), усть-семиной (C_{2us}), саганской (D_{2sg}) свитами. Почти все они испытали существенные изменения после своего формирования, в течение геологической истории [1].

Внешне базальты массивные, с чёрной окраской, и с зеленоватым оттенком. Базальты имеют разнообразную структуру: афировые, мелко- и среднезернистые, порфиоровые, также могут иметь тонкозернистую, местами скрытокристаллическую, равномернозернистую структуру. Текстура базальта – в основном плотная, реже пористая, кристаллы не видны невооруженным глазом. Преобладают порфиоровые и афировые базальты. Встречаются как массивные, так и миндалекаменные разновидности. Миндалины заполнены кальцитом и хлоритом. Порфиоровые вкрапленники представлены плагиоклазом и клинопироксеном. Вкрапленники клинопироксена достигают 0,3...1,0 мм в диаметре, бесцветные, плеохроизм не отмечается. Оливин, пироксен и вулканическое стекло частично или полностью замещены хлоритом и эпидотом, а плагиоклаз часто альбитизирован. Основная масса состоит из клинопироксена, плагиоклаза, магнетита и имеет структуру от мелкопорфировой до интерсертальной. Хотя базальты чаще всего изменены постмагматическими процессами и содержат большое количество вторичных минералов, таких как эпидот, хлорит и альбит, их первичная магматическая структура сохранилась достаточно хорошо. Рудные минералы, в основном присутствуют в виде аксессуарных фаз.

С целью обобщения геохимической информации (полученной по результатам РФА), был проведен дискриминантный анализ с участием следующих переменных Cu, Bi, Te, Ti, Zn, Ba, As, Sb, Pb, Zn, Co, Ni, Mo, V, V и т.д. Анализ выполнен с целью оценки значимости различий между базальтами различного возраста с использованием геохимической информации.

Оптимальным в данном случае нам представляется анализ канонических корреляций (функции будут независимыми или ортогональными, то есть их вклады в разделение совокупностей не будут перекрываться). Анализ канонических корреляций определяет последовательно канонические корни и функции. Максимальное число функций равно числу совокупностей минус один или числу переменных в анализе в зависимости от того, какое из этих чисел меньше. Из рисунка 1 видно, что по результатам дискриминантного анализа разновозрастные базальты надежно разделяются на 3 группы в координатах многомерных канонических переменных «Корень 1» и «Корень 2».

Сопоставляя полученные данные с результатами построения дискриминационной диаграммы Ti-Zr, можно с высокой степенью уверенности реконструировать геодинамические обстановки формирования изученных базальтов.

Первую группу можно отнести к базальтам типа OIB (внутриплитные океанические базальты), для которых характерна ассоциация с кремнисто-карбонатными брекчированными отложениями склоновых фаций, а

также обогащение титаном и ниобием. Вторая группа относится к типу островных дуг IAB, здесь распределение элементов типично для базальтоидов субдукционных обстановок, а именно - минимумы нормированных концентраций Th, Nb, Ta, Zr, Hf и Ti и максимумы - Ba, K, Pb и Sr. Базальты 3 группы относятся к типу MORB и образовались в обстановке срединно-океанического рифта, что подтверждается их ассоциацией с пелагическими, тонкозернистыми терригенными и кремнистыми осадками, наличием дайкового комплекса, как правило, низкими содержаниями Ti [3].

Внутриплитные океанические базальты (OIB) отличаются от базальтов океанических рифтов (MORB), большей обогащенностью редкоземельными элементами и микроэлементами, а также значительно большей изменчивостью изотопного и микроэлементного составов. Если рифтовые базальты считаются образцами обедненной и однородной верхней мантии, оставшейся после длительной экстракции континентального материала ранней Земли, то базальты океанических островов требуют меньшего уровня частичного плавления в глубинных астеносферных зонах выплавления, с менее обедненным (но неоднородным) мантийным источником [2]. Большое количество подводных гор были сформированы около срединно-океанических спрединговых центров и несут в себе признаки слегка обогащенных базальтов срединно-океанических рифтов (MORB). Другая группа океанических островов сформирована как часть островных дуг (IAB) на надвинутых плитах "океан - океан" зон субдукции [3].

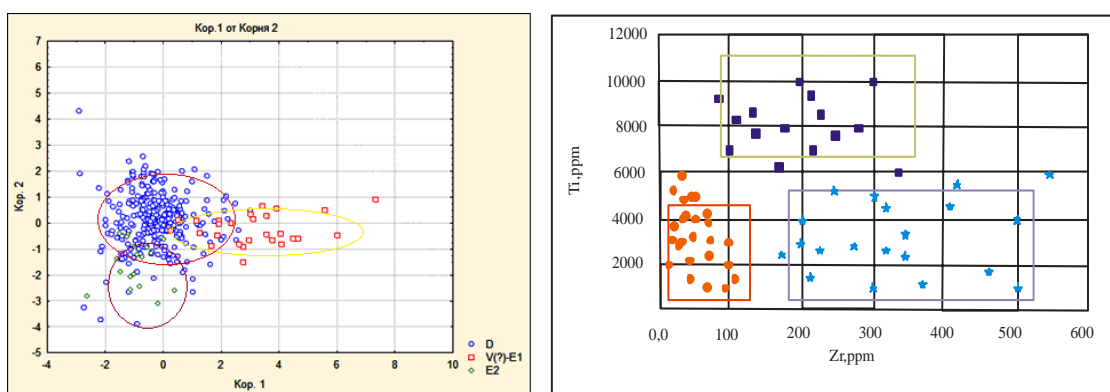


Рис. 1. Дискриминантный анализ

Рис. 2. Дискриминантные диаграммы Ti-Zr для базальтов: красный кант – IAB, желтый кант – MORB, синий кант – OIB. Круглые значки – базальты E_1 , квадратные – базальты E_2 , звездочки – базальты D_2

На дискриминационной диаграмме Ti-Zr-Sr изученные базальты также разделились на 3 группы, относящиеся к различным геодинамическим обстановкам (рис. 3).

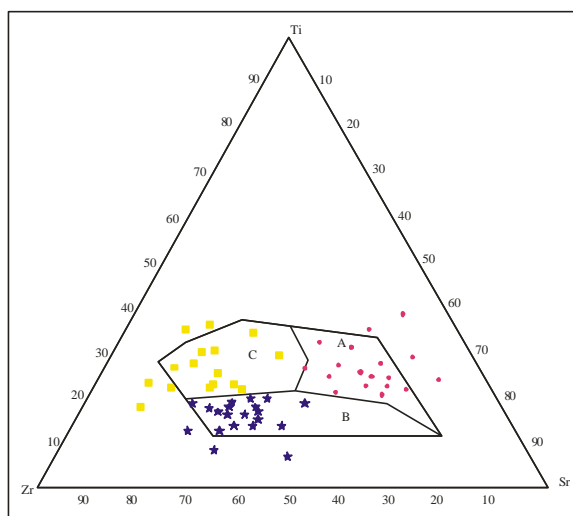


Рис. 3 Дискриминационная диаграмма Ti-Zr-Sr: A – островодужные базальты E_1 , B – известково-щелочные базальты E_2 , C – базальты срединно-океанических хребтов D_2

Низкие концентрации хрома в островодужных базальтах отличают их от других типов базальтов. Хром является совместимым элементом для оливина, ортопироксена, клинопироксена в базальтовом расплаве. Поэтому низкие концентрации хрома в островодужных базальтах являются следствием различной степени плавления MORB-источника. Содержание иттрия в островодужных базальтах также несколько понижено по сравнению с другими типами базальтов. В итоге на диаграмме Cr-Y островодужные базальты хорошо дифференцируются от базальтов других типов [4].

Таким образом, исходя из выше изложенного, можно реконструировать геодинамические обстановки образования базальтов на данной территории: OIB – чемальская (C_{1cm}), манжерокская (C_{1mn}) MORB – саганская (D_{2sg}), IAB – усть-сеинская (C_{2us}) свиты. С помощью дискриминационных диаграмм можно судить о распространении базальтов в пространстве, и отнесении их к определенным свитам. Это является немало важным аспектом при геологическом картировании пород данной территории.

Литература

1. Буслов М.М., Ватанабе Т. Внутрисубдукционная коллизия и ее роль в эволюции аккреционного клина (на примере Курайской зоны Горного Алтая, Центральная Азия) // Геология и геофизика. – М., 1996. – Т. 37. – С. 89–94.
2. Гусев Н.И. Реконструкция геодинамических режимов докембрийского и кембрийского вулканизма в юго-восточной части Горного Алтая // Палеогеодинамика и формирование продуктивных зон Южной Сибири. – Новосибирск: ОИГГМ СО АН СССР, 1991. – С. 32–54.
3. Добрецов Н.Л., Буслов М.М., Сафонова И.Ю., Кох Д.А. Фрагменты океанических островов в структуре Курайского и Катунского аккреционных клиньев Горного Алтая // Геология и геофизика. – М., 2004. – Т. 45. – С. 10–14.
4. Сляров Е.В., Гладкогуб Д.П. Интерпретация геохимических данных // Москва: Интернет инжиниринг, 2001. – С. 76–88.

ОСОБЕННОСТИ ВЕЩЕСТВЕННОГО СОСТАВА ГРАНИТОИДОВ ФУНДАМЕНТА ВИТИМСКОГО РУДНОГО РАЙОНА

К.И. Ромашова

Научный руководитель доцент В.А. Домаренко

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Хиагдинское месторождение находится в южной части Витимского плоскогорья, на площади Амалатского плато базальтов в левобережье р. Витим. Занимает площадь 68 км² и располагается на юго-восточном склоне Байсыханского поднятия в левобережье Амалатской (в ранних работах Большеамалатской) стволной палеодолины [1, 2].

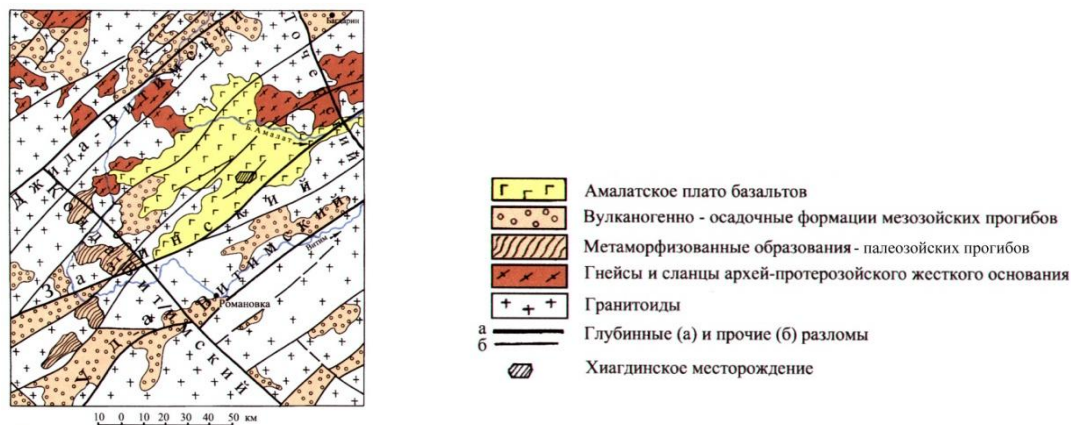


Рисунок. Структурная схема Витимского урановорудного района (по Е.А. Митрофанову, 2002)

В геологическом строении месторождения принимают участие образования двух структурных этажей, представленных гетерогенным, преимущественно гранитным, фундаментом и чехлом кайнозойской вулканогенно-терригенной формации.

Фундамент палеодолин и их обрамление на 90 % сложены высокорadioактивными гранитоидами витимканского комплекса. В средней части 2, 3 и 4-ой палеодолин скважинами вскрывались мезозойские осадочные породы и эффузивы; в восточном борту 3-ей палеодолины отмечались единичные мелкие ксенолиты метаморфических пород.

Макроскопически гранитоиды – это розовые и розовато-серые породы, в которых на общем фоне среднезернистой или крупнозернистой кварц-полевошпатовой составляющей выделяются крупные порфиридные агрегаты или отдельные таблитчатые кристаллы полевого шпата, количество которых достигает

40...50 % объема. Среди этих гранитоидов несколько обособленно выделяется в северной части участка шток гранит-аплитов, микрогранитов.

Мезозойские базальты интенсивно изменены, участками превращены в глинистую массу зеленовато-серого цвета и от неогеновых аналогов отличаются значительно меньшими электрическими сопротивлениями (до 100...300 ом.м по электрокаротажу) и повышенной радиоактивностью (до 25...40 мкр/час).

Верхний структурный этаж сложен кайнозойской базальт-терригенной формацией, представленной вулканогенно-осадочными образованиями джилиндинской свиты (рис.).

Четвертичные отложения завершают разрез стратифицированных образований. Они представлены аллювиальными, озерными и элювиальными образованиями.

Целью работы является изучение вещественного состава гранитоидов фундамента Хиагдинского рудного поля.

Актуальность проведения исследования данных образцов обусловлена тем, что урановое руденение «витимского» типа, сформированное при развитии процессов окислительного эпигенеза грунтовой или субпластовой направленности в проницаемых первично-восстановленных осадках аллювия неогеновых палеодолин имеет промышленное значение.

Исследования проводились на базе учебно-научной лаборатории электронно-оптической диагностики Международного инновационного образовательного центра (МИНОЦ) «Урановая геология» кафедры геоэкологии и геохимии Томского политехнического университета.

По вещественному составу нами выделены следующие разновидности гранитоидов.

Гранит среднезернистый, лейкократовый, биотитовый. Биотит встречен в виде мелких, практически единичных чешуек. Кварца в породе примерно 30 %, плагиоклаз примерно 30 %, до 10 % ортоклаза и около 30 % вновь образованного микроклина. Плагиоклаз кислый, возможно даже альбит (раскисление более основного). Отмечаются единичные зерна эпидота, циркона, магнетита и чешуи мусковита.

Гранит среднезернистый, лейкократовый порфириовидный (порфириобластовый). Порфириобласты представлены микроклином с остатками в нем недозамещенного кварца и плагиоклаза. В плагиоклазе мирмекитовые вроски кварца.

Микроклин также располагается между зернами плагиоклаза, кварца и плагиоклаза в виде скоплений неправильной формы. Количество калишпата в целом около 60 %, плагиоклаза до 25 % и около 15 % составляет кварц. Единичные чешуи биотита замещены мусковитом и альбитом. Возможно в единичных зернах присутствует торит? Они светло-бурые, трещиноватые, обычно рядом с магнетитом.

Гранит биотитовый порфириовидный. Структура порфириовидная, гранитовая. Порфириовые выделения представлены ортоклазом и кварцем размером до 2 мм и более мелкими кристаллами микроклина (решетчатого). Более мелкие зерна кварца, плагиоклаза и микроклина окружают вкрапленники, создавая гранитную структуру основной массы. Кристаллы микроклина в периферической части содержат включения кварца, часть из которых гаснет одновременно. Форма их различна, иногда они наблюдаются мирмекитовые вроски кварца. Отмечаются редкие чешуи буровато-зеленого биотита размером до 0,5 мм. Встречены единичные зерна циркона, апатита, магнетита, отмечаются мелкие, округлые, рельефные, трещиноватые зерна почти изотропного минерала – торит.

Гранодиорит биотитовый с небольшим количеством амфибола. Порода умеренно катаклазирована. Структура гранитная, катакластическая. В составе породы кварц до 10...15 %, калишпат до 20 %, около 50 % плагиоклаза и до 10 % темноцветных минералов. В основном это биотит и небольшое количество амфибола. Темноцветы замещаются хлоритом и эпидотом. По зонам дробления развиваются хлорит, эпидот часто вместе карбонатом, кварцем, альбитом, образуя линзы и заполняя трещины. Плагиоклаз кислый и средний по составу (олигоклаз – андезин). Иногда зонален. В этом случае центральные части зональных зерен плагиоклаза замещаются агрегатом эпидота, карбоната, гидрослюды. По всем зернам плагиоклаза отмечается развитие отдельных зерен эпидота-цоизита и чешуи слюды. Амфиболы замещаются агрегатом хлорита, рудного минерала и эпидота.

Гранит среднезернистый биотитовый, слабо катализированный и микроклинизированный. В породе около 20 % кварца, до 45 % калишпата (ортоклаз и микроклин), около 20...25 % плагиоклаза и до 10 % биотита. Биотит располагается в породе редкими кучками, линзами. При этом он слабо хлоритизирован. По трещинам катаклаза развивается кварц и, возможно, альбит, там же отмечается сфен и апатит.

Диорит мелкозернистый биотит-амфиболовый кварцсодержащий. Структура породы гипидиоморфнозернистая, призматическизернистая. В породе около 60...70 % и около 15...20 % темноцветных минералов. Они представлены биотитом и амфиболом. В породе присутствует до 10% кварца. Биотит хлоритизирован. Возможно это диоритовая жила. Не исключено, это возможно и краевая часть массива.

Гранит среднезернистый биотитовый, слабо микроклинизированный. Структура породы гипидиоморфнозернистая. В составе породы около 25 % кварца, до 40 % калишпата (ортоклаз вместе с микроклином), около 25 % плагиоклаза. Он средний – андезин?, очень редко зонален, повсеместно по нему развиты разрозненные чешуи серецита. Микроклин замещает зерна плагиоклаза и кварца, образуя очень редкие порфириобласты в которых сохраняются редкие остатки кварца и плагиоклаза с каймой альбита. Иногда микроклин развивается по плагиоклазу отдельными самостоятельными индивидами. На границе с калишпатом в плагиоклазе наблюдаются мирмекитовые структуры.

Литература

1. Ильичев А.В. Некоторые особенности уранового оруденения Витимского плоскогорья (Забайкалье) // Материалы по геологии месторождений урана, редких и редкоземельных металлов. – М.: Вып. 73, 1982. – С. 130–137.
2. Рихванов Л.П. Радиогеохимическая типизация рудномагматических образований (на примере Алтае-Саянской области) – Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2002. – 550 с.

ПОДСЧЕТ ЗАПАСОВ ИНФИЛЬТРАЦИОННЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ, ОТРАБАТЫВАЕМЫХ МЕТОДОМ ПОДЗЕМНОГО ВЫЩЕЛАЧИВАНИЯ**М.А. Рудмин¹**Научные руководители профессор М.Д. Носков², доцент А.Д. Истомин²¹*Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия*²*Северский технологический институт Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ», г. Северск, Россия*

Подсчет запасов полезного ископаемого является одной из основных задач разведки месторождений, от достоверности которой зависит общая эффективность эксплуатации. В настоящее время для подсчета запасов используются распространенные геологические геоинформационные системы (такие как Datamine, Micromine, Surpac и другие), которое предназначено для месторождений, разрабатываемых традиционными горными способами. Применение таких систем для инфильтрационных месторождений урана, обрабатываемых методом скважинного подземного выщелачивания, с учетом всех их специфических особенностей, является затруднительным. В связи с этим, для повышения достоверности запасов становится актуальным использование программного комплекса, который при подсчете будет учитывать особенности подобных месторождений [1 – 3].

В настоящей работе применяется геологическая геоинформационная система «ГНОМ» (Геолого-математическая Нормативная Обработка Материалов), созданная в лаборатории сотрудников Северского технологического института НИЯУ «МИФИ», совместно со специалистами Юрской партии № 71 УФ «Зеленогорскгеология» ФГУП «Урангео» и уранодобывающего предприятия ЗАО «Далур» [1 – 3].

Подсчет запасов с помощью данной системы выполняется в следующей последовательности: сбор и интерпретация геологической информации, построение геотехнологических разрезов, выделение рудных пересечений, оконтуривание технологических блоков, количественный расчет запасов по одной или нескольким методикам. При выполнении расчетов учитываются кондиции, требующиеся на месторождениях инфильтрационного типа, обрабатываемых методом скважинного подземного выщелачивания (например, минимальный коэффициент фильтрации рудомещающей толщи) [4]. Для подсчета запасов в геоинформационной системе «ГНОМ» используется метод геологических блоков в проекции на горизонтальную плоскость, с тремя разновидностями, отличающимися способом оценки распределения величин (геотехнологических параметров) на подсчитываемой площади: линейный полигонов Вороного и геостатистический (рис. 1).

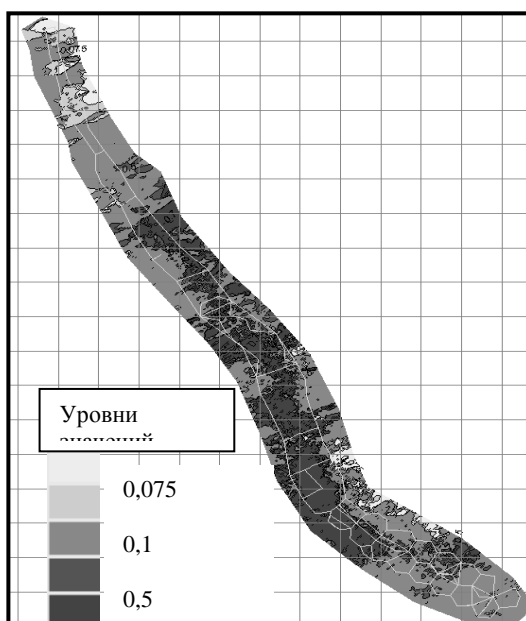


Рис. 1. Схематическая карта распределения метропроцента, полученная геостатистическим методом, по пятой залежи Хиагдинского месторождения (Витимское плоскогорье)

Линейный способ (рабочее название) является более традиционным (апробирован в ГКЗ при защите запасов Далматовского месторождения урана геологоразведочной партией № 71), заключается в разделении площади на блоки и ячейки, в пределах которых считаются средневзвешенные показатели (после «срезания ураганов») по пересечениям, попавшим в контур ячейки. При этом не учитывается влияние каждой пробы на остальные.

Способ полигонов Вороного отражается в разбиении площади на многогранники (ячейки). При этом под ячейкой Вороного понимается геометрическое место точек, соответствующих забоям скважин внутри границы блока, которые находятся к какой-либо скважине ближе, чем к любой другой скважине. Затем в каждом из таких полигонов высчитываются необходимые параметра, после чего показатели ячеек суммируются в пределах определенного блока.

Геостатистический способ с применением обычного кригинга заключается в создании двухмерной модели распределения величины (метропроцент, эффективная мощность) на основе которой рассчитываются основные параметры подсчетного блока. При этом для восстановления распределения настраивается гистограмма значений и подбирается модель вариограммы (рис. 2). Затем полученная модель оценивается методом кросс-валидации. Данный способ позволяет более точно оценить промежуточные значения геологических величин между фактическими рудными пересечениями, относящимися к расчетной сети [5].

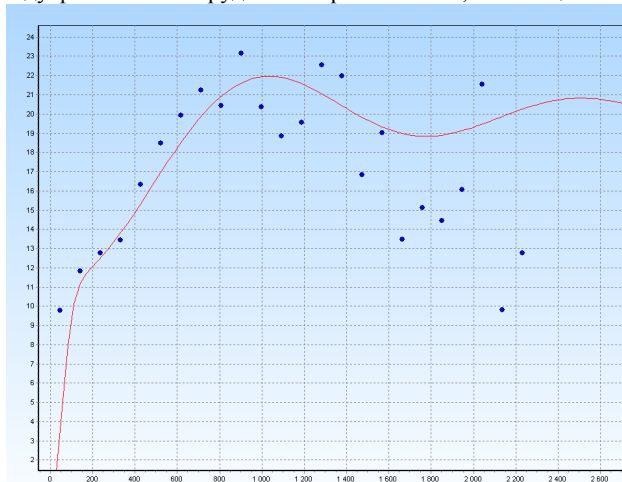


Рис. 2. Экспериментальная (точки) и теоретическая (линия) модель вариограммы для эффективной мощности пятой залежи Хиагдинского месторождения (Витимское плоскогорье)

С помощью геологической геоинформационной системы был произведен подсчет запасов урана для пятой залежи Хиагдинского месторождения (Витимское плоскогорье) тремя вышеописанными способами. Рудная минерализация данного месторождения приурочена к водопроницаемым терригенным осадкам платформенного чехла. Месторождение разрабатывается методом скважинного подземного выщелачивания. При подсчете запасов с применением геологической геоинформационной системы «ГНОМ» использовалось более 400 рудных пересечений, учитывалось влияние свыше 480 технологических скважин, при этом в рамках подсчетных блоков были срезаны «ураганы» около 65 пересечений. Подсчет запасов геостатистическим способом осуществлялся с использованием метода обычного кригинга. Для этого построение двухмерной модели производилось путем восстановления распределения величины метропроцента (рис.1) и эффективной мощности для пятой залежи.

В результате были получены следующие запасы: наибольшее количество подсчитано линейным способом, методом полигонов Вороного оказались меньше на 2,6 %, а геостатистическим – на 4,1 %. При этом стоит учитывать тот факт, что запасы более сложно оцениваются на месторождениях, эксплуатируемых методом скважинного подземного выщелачивания, в связи с отсутствием непосредственного контроля за состоянием продуктивного горизонта в недрах, в отличие от месторождений разрабатываемых горными способами. В результате можно сделать вывод, что применение вышеописанных способов оценки запасов для инфильтрационных месторождений, обрабатываемых методом подземного выщелачивания, является достаточно приемлемым, а использование в данных целях геоинформационной системы «ГНОМ» позволяет значительно сократить затраты времени и труда.

Литература

1. Истомин А.Д., Ладейщиков А.В., Носков М.Д., Чеглоков А.А. Применение геологической геоинформационной системы при проведении геологоразведочных работ на инфильтрационном месторождении урана // Разведка и охрана недр. – М., 2011. – № 9. – С. 3 – 6.
2. Чеглоков А.А., Истомин А.Д., Ладейщиков А.В., Лаптев Ю.И., Носков М.Д. Опыт применения геологической геоинформационной системы при разведке и разработке месторождений методом ПСВ // Актуальные проблемы урановой промышленности: VI Междунар. науч. практ. конф., 14-16 сент.: Сб. докл. – Алматы: ТОО «Adem Print», 2010. – С. 307 – 313.

3. Истомин А.Д., Носков М.Д., Чеглоков А.А.. Информационное обеспечение геологоразведочных работ на инфильтрационном месторождении урана // Известия ТПУ. – Томск, 2009. – № 5. – С.85 – 90.
4. Мамиллов В.А., Петров Р.П., Шушания Г.Р. и др. Добыча урана методом подземного выщелачивания.– М.: Атомиздат, 1980. – С. 248.
5. Матерон Ж. Основы прикладной геостатистики – М.: Мир, 1968 – С. 407.

УСЛОВИЯ ФОРМИРОВАНИЯ ЗОЛОТОНОСНЫХ И НЕЗОЛОТОНОСНЫХ КВАРЦЕВЫХ ЖИЛ УЧАСТКА МИХАЙЛОВСКОГО (МЕСТОРОЖДЕНИЕ «ПАНИМБА», ЕНИСЕЙСКИЙ КРЯЖ)

М.А. Рябуха

Научный руководитель старший научный сотрудник Н.А. Гибшер

Институт геологии и минералогии им. В.С. Соболева СО РАН, г. Новосибирск, Россия

Месторождение Панимба расположено в 4 км к северо-западу от прииска Дорогого на водоразделе р. Панимба с руч. Мал. Панимба и локализовано на северо-западном крыле крупной антиклинальной складки [1]. Участок Михайловский является частью Панимбинского месторождения. Панимбинское месторождение представляет собой зону смятия, которая локализует кварцево-жильную зону линзовидной формы, линзы и желваки кварца небольшой мощности и протяженности. В его геологическом строении принимали участие отложения удерейской и горбилокской свит, представленные темно-серыми и зелеными кварц-серицит-хлоритовыми сланцами и филлитами, соответственно.

Целью настоящей работы является исследование Р-Т условий формирования кварца с различным содержанием золота на Михайловском рудопоявлении.

Для этого при помощи термобарометрических методик исследовались флюидные включения в золотоносном и незолотоносном кварце.

Золотоносные кварцевые жилы сложены белым крупнозернистым кварцем с содержанием золота 2,5 г/т и серым мелкозернистым кварцем с содержанием золота 8,3 и 15,1 г/т. Незолотоносные жилы сложены серым мелкозернистым кварцем с содержанием золота 0,1 г/т и 0,4 г/т.

Первичные включения в зернах кварца расположены хаотично, без определенной закономерности.

Вторичные включения, в отличие от первичных, хорошо прослеживаются по разноориентированным трещинкам, пересекающим зерна кварца.

Флюидные включения в кварце были проклассифицированы по фазовым составам, зафиксированным при комнатной температуре. Выделены следующие типы флюидных включений:

- 1) существенно водные включения ($\text{Ж}_{\text{H}_2\text{O}}+\Gamma$), (рис. 1 а);
- 2) водно-углекислотные включения ($\text{Ж}_{\text{H}_2\text{O}}+\text{Ж}_{\text{CO}_2}$), ($\text{Ж}_{\text{H}_2\text{O}}+\Gamma_{\text{CO}_2}$) и ($\text{Ж}_{\text{H}_2\text{O}}+\text{Ж}_{\text{CO}_2}\pm\text{CH}_4\pm\text{N}_2$), (рис. 1 б, в, г);
- 3) кристаллофлюидные включения ($\text{Ж}_{\text{H}_2\text{O}}+\Gamma+\text{КР}$), (рис. 1 д);
- 4) однофазные газовые включения, заполненные смесью газов углекислоты, метана и азота ($\Gamma_{\text{CO}_2+\text{CH}_4+\text{N}_2}$) и однофазные включения жидкой углекислоты ($\text{Ж}_{\text{CO}_2+\text{CH}_4+\text{N}_2}\pm\Gamma$), (рис. 1 е).

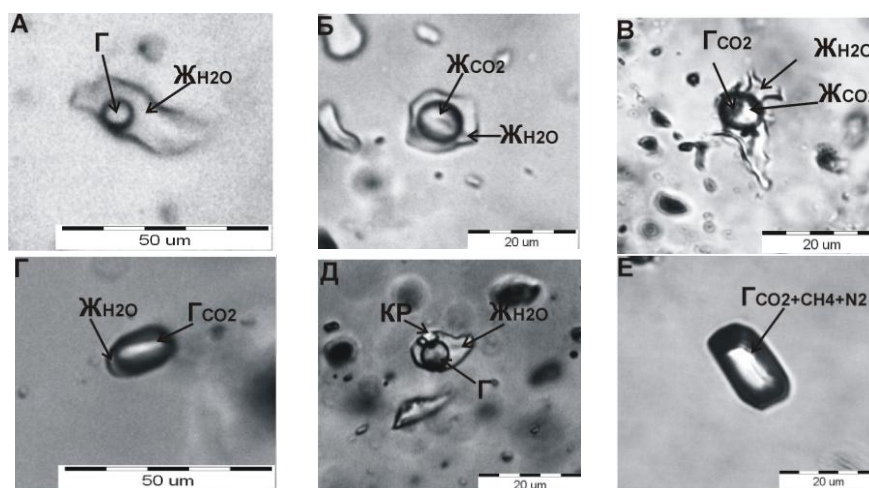


Рис. 1. Типы флюидных включений в кварце участка Михайловского (Панимбинское месторождение, Енисейский кряж)

В золотоносном кварце температуры общей гомогенизации первичных включений составляют интервал от 165 до 300° С, а для жил с невысоким содержанием золота от 102 до 190°С (рис. 2). В зависимости от плотностей содержимого включений гомогенизация происходила в жидкую или газовую фазы.

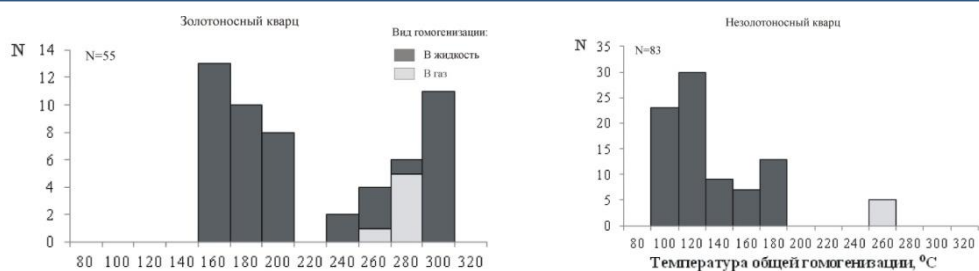


Рис. 2. Гистограммы температур общей гомогенизации флюидных включений в кварце участка Михайловского (Панимбинское месторождение, Енисейский край). Давление флюида определялось двумя методами в зависимости от состава содержимого включений

Первый метод. В первом способе использовались сингенетичные газово-жидкие ($\text{Ж}_{\text{H}_2\text{O}+\text{Г}}$) и углекислотные (Ж_{CO_2}) включения, с содержанием углекислоты около 100 моль.%. По углекислотному включению определялась температура частичной гомогенизации CO_2 и вид гомогенизации (в жидкую или газовую фазу). По температуре частичной гомогенизации и виду гомогенизации определялась плотность захваченного флюида. Величина давления оценивалась с помощью программы Flincor, используя плотность углекислотного флюида и температуру общей гомогенизации газовой-жидких включений [2, 3].

Второй метод. Поскольку во флюидных включениях помимо CO_2 были выявлены метан и азот, то давление и плотность вычислялись, с учетом наличия этих газов. Также, как и в предыдущем методе использовались сингенетичные газово-жидкие и жидко-газовые включения, в составе которых вместе с углекислотой присутствуют метан и азот. Величина давления оценивалась в программе Isochog для системы $\text{H}_2\text{O} - \text{CO}_2 - \text{CH}_4$. По метан-углекислотным включениям определялся вид гомогенизации, замерялась температура частичной гомогенизации и температура плавления сжиженного газа ($\text{CO}_2 + \text{CH}_4$). Молярный объем в метан-углекислотных включениях оценивался по vX-диаграммам для системы $\text{CO}_2 - \text{CH}_4$ [4] по пересечению изотерм температур плавления и температур частичной гомогенизации сжиженного газа. Полученные значения молярного объема и температур общей гомогенизации включений использовались в программе Isochog для оценки плотности и давления рудообразующего флюида.

Установлено, что давление флюида во включениях золотоносного кварца составляет интервал от 0,6 до 2,9 кбар при температурах от 165 до 300°C. Флюидное давление в незолотоносном кварце составляет интервал от 0,5 до 1,8 кбар при температурах от 100 до 190°C.

Литература

1. Петров В.Г. Условия золотоносности северной части Енисейского края. – Новосибирск: Наука, 1974. – с. 74–78.
2. Brown P. E. FLINCOR: A microcomputer program for the reduction and investigation of fluid-inclusion data // American Mineralogist, 1989. – Vol. 74. – P. 1390 – 1393.
3. Brown P.E, Hagemann S.G. MacFlinCor and its application to fluids in archaean lode-gold deposits // Geochimica et cosmochimica acta. 1995. – Vol. 59. – № 19. – P. 3943 – 3952
4. Thiéry Régis et al. Vx properties of $\text{CH}_4 - \text{CO}_2$ and $\text{CO}_2 - \text{N}_2$ fluid inclusions: modelling for $T < 31^\circ\text{C}$ and $P < 400$ bars // Eur. J. Mineral. – 1994. – Vol. 6/ – № 6. – P. 753 – 771.

ОСОБЕННОСТИ СОСТАВОВ ФЕРРИ- И ПАРАМАГНИТНЫХ ПИКРОИЛЬМЕНИТОВ НА ПРИМЕРЕ КИМБЕРЛИТОВЫХ ТЕЛ ЯКУТИИ

Т.С. Старкова, А.С. Иванов

Ботубинская геологоразведочная экспедиция АК «АЛРОСА», г. Мирный, Россия

Примерно 5 % из всех открытых ранее кимберлитовых тел относятся к алмазонасным, и выявление промышленно алмазонасных трубок для дальнейшей обработки является одной из задач геологоразведочных предприятий АК «АЛРОСА».

В этом отношении очень перспективным является применение для экспресс-оценки алмазонасности объекта минералогических критериев, разработанных на основе типоморфных особенностей минералов-индикаторов кимберлитов. После пиропов внимание здесь должно быть обращено на пикроильменит, так как этот минерал более устойчив к растворению в осадочных коллекторах. Пикроильменит относится к числу основных типоморфных минералов большинства мантийных парагенезисов в кимберлитах. Кроме того, этот минерал, несомненно, наиболее информативен и наиболее изучен как представитель минералов мантийного происхождения перидотитового и эклогитового парагенезиса. Их составы и свойства широко используются для решения генетических и специальных петрологических задач, а также при поисковых работах на алмазы.

В данной работе рассматриваются две большие по физическим и химическим характеристикам группы составов пикроильменитов. Первая группа – это группа пикроильменитов, которая обладает ферримагнитными

свойствами, вторая – парамагнитные зерна, которые не обладают магнитными свойствами. Авторами также обращено внимание на содержание окиси никеля в двух основных группах пикроильменитов (рис. 1 а, б).

Содержания никеля и хрома в зернах пикроильменита определяет их парагенетическую особенность и источник их кристаллизации. В данной работе на фактическом материале выявлена особенность накопления никеля в зернах пикроильменитов. Особенность эта определяет различную взаимозависимость между весовыми содержанием окиси никеля и окислами основных минералообразующих элементов в парамагнитных и ферримагнитных зернах пикроильменитов. Для ферримагнитных зерен корреляция содержания окиси никеля с основными минералообразующими элементами близка к нулю и не имеет статистической значимости, так как уровень значимости больше 0,05. Для парамагнитных зерен корреляция содержания окиси никеля с основными минералообразующими элементами (оксидами) высокая и имеет статистическую значимость, так как коэффициент уровня значимости меньше 0,05.

Таким образом, можно сделать следующие выводы.

Содержание никеля в парамагнитных пикроильменитах имеет статистически значимую и высокую корреляционную взаимозависимость с основными минералообразующими элементами (оксидами). Такой факт позволяет считать эту группу минералов взаимозависимой с ультраосновным парагенезисом, для которого элемент никель является определяющим.

Содержания никеля в ферримагнитных пикроильменитах не имеют статистически значимую корреляционную взаимозависимость с основными минералообразующими элементами (оксидами). Коэффициенты корреляции никеля с другими элементами (основными оксидами) близки к нулю и малозначимы (незначимы). Такой факт позволяет считать эту группу минералов не взаимозависимой с ультраосновным парагенезисом.

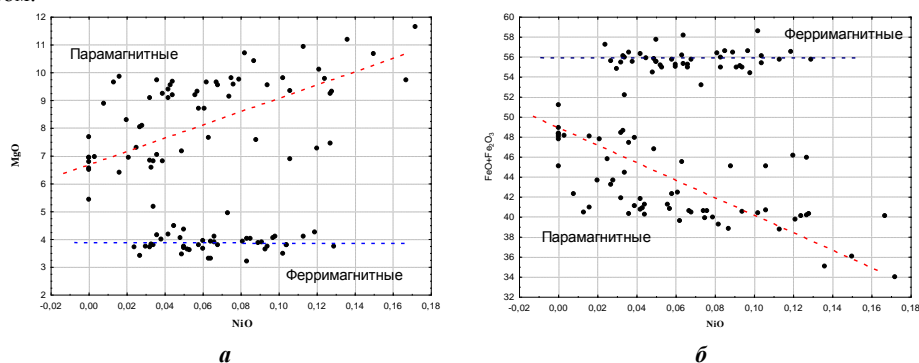


Рис. 1. Бинарные диаграммы содержаний а) в $MgO - NiO$, б) $FeO + Fe_2O_3 - NiO$ (вес. %) на примере зерен пикроильменитов тр. Спутник

Предполагается, что ферримагнитный пикроильменит является вторичным по отношению к парамагнитному. Его происхождение связано с попаданием парамагнитного ильменита в окислительную обстановку, в результате чего он претерпел существенную перекристаллизацию, сопровождающуюся выносом магния (или привносом железа) и выравниванием общего состава. При этом концентрация никеля осталась на прежнем уровне. Механизм данного процесса изучен на примере пикроильменита жилы Южной (Мирнинское поле).

На рисунке (рис. 2) показан фрагмент зерна пикроильменита, оболочка которого имеет форму каймы «рубашки». Состав каймы зерна пикроильменита принадлежит к парамагнитным его разновидностям с высокими содержаниями окиси хрома. Центральная часть представлена фрагментами линейных полос, которые по своей форме соответствуют полосам форм спайности пироксенов. Зерно окружает агрегатный карбонат, который на фотографии соответствует черному цвету фазового контраста. Часть линейных полос внутри зерна полностью замещены полосами карбоната. Светлые разности полос хромистого ильменита (титаномагнетита) содержат больше окиси железа по составу, чем серые. Интерес вызывает состав ферримагнитных зерен пикроильменитов с повышенными содержаниями окиси хрома. В данной работе была определена высокая корреляционная связь этой группы составов с продуктивностью кимберлитовых тел Мирнинского кимберлитового поля на алмазы. Такой характер корреляционных связей отмечен и с повышенной встречаемостью кристаллов алмазов в форме октаэдров. Другими словами, высокопродуктивные тела Мирнинского кимберлитового поля характеризуются повышенными содержаниями в кимберлитах (до 8 %) зерен ферримагнитных пикроильменитов и в них отмечаются повышенные содержания алмазов в форме октаэдров.

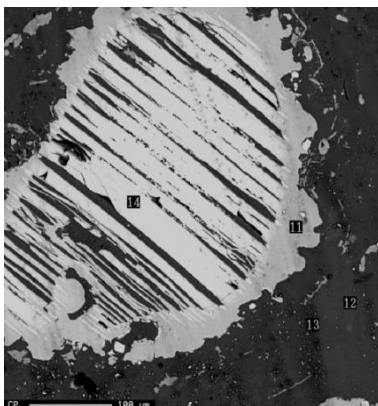


Рис. 2. Фотография зерна пикроильменита жилы Южной в режиме фазового контраста на рентгеноспектральном анализаторе JXA 8800R в ЦАЛ БГРЭ АК «АЛРОСА»

На наш взгляд, такие составы и структуры распада зерна пикроильменита носят портрет процесса растворения алмазоносных эклогитовых субстанций породы в ультраосновных его разновидностях. Очевидно, зерно ферримагнитного состава распадается на линейные полоски, которые в свою очередь унаследованы от пироксенов и оставили вокруг себя осадок кальция в виде карбоната. Завершает процесс замещения (надевание «рубашки» или твердого распада) ультраосновного состава с преобладанием окислов магния, что и оформляет вокруг зерна кайму, соответствующую по составу парамагнитным пикроильменитам с высокими содержаниями окиси хрома. Все это говорит о наличии эклогитовых и ультраосновных парагенезисов в кимберлите жилы Южной и является характерной особенностью (геологическим паспортом) для всех кимберлитовых тел этого кимберлитового поля.

Выводы. Зерна парамагнитных пикроильменитов с повышенными содержаниями окиси хрома по классификации зарубежных авторов [1, 2] характеризуют кимберлиты с благоприятными условиями сохранности в них алмазов. На рисунке (рис. 2) такой состав характерен для состава каймы нашего зерна. Можно предположить, что условия для сохранности алмазов в изученном кимберлите хорошие по составу каймы и не идеальны по составам структур распада. Зерна такого состава имеют высокую значимую корреляцию с частотой встречаемости ферримагнитных зерен группы P2 и с продуктивностью кимберлитовых тел на алмазы и с встречаемостью кристаллов алмазов переходных форм. Для зерен пикроильменитов жилы Южной с низкими содержаниями окиси хрома, которые не были подвержены процессу распада твердого раствора характерны составы в области кластерных средних групп составов P8 и P9. Наша фотография наглядно подчеркивает то, на что указывает академик А.А. Маракушев. По его мнению, ильменитовые породы (пироксениты) пегматоидной стадии эволюции мантийных расплавов образуются из остаточных расплавов после их расщепления на ультраосновную и эклогитовую составляющие. Этот процесс выражен на изученном зерне пикроильменита таким образом, что ядро представляет составы зерен, которые характерны для эклогитовых парагенезисов, а оболочка-кайма – для ультраосновных.

Литература

1. Griffin W.L., Ryan C.G. Trace elements in indicator minerals: Area selection and target evaluation in diamond exploration//J. Geochem. Explor. , 1995. – V. 53. – P. 311–357.
2. D. de Bruin. Report on the mineral chemistry of garnet and oxide. , 2004.

МЕТОДЫ ОБРАБОТКИ ИНФОРМАЦИИ О МЕСТОРОЖДЕНИЯХ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ И ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ УПРАВЛЕНЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

Е.В. Уколова

Научный руководитель профессор А.Н. Петин

**Белгородский государственный национальный исследовательский университет,
г. Белгород, Россия**

В современном мире необходимость эффективной организации управленческих процессов выходит на первый план. Важно при этом владеть системой обработки информации, от которой зависит эффективность работы любой сферы деятельности. Такая система должна обеспечивать получение общих и детализированных отчетов по итогам работы, позволять легко определять тенденции изменения важнейших показателей, обеспечивать получение информации, критической по времени, без существенных задержек, выполнять точный и полный анализ данных. Современные СУБД в основном являются приложениями Windows, так как данная среда позволяет более полно использовать возможности персональной ЭВМ, нежели среда DOS. Среди наиболее ярких представителей систем управления базами данных можно отметить: Lotus Approach, Microsoft Access,

Borland dBase, Borland Paradox, Microsoft Visual FoxPro, Microsoft Visual Basic, а также базы данных Microsoft SQL Server и Oracle, используемые в приложениях, построенных по технологии «клиент-сервер».

При осуществлении управленческой, исследовательской и научной деятельности в геолого-промышленной сфере необходимо работать с большим количеством информации и для того, чтобы обработать однотипными методами и в результате получить сводные данные или разыскать в массе конкретную информацию целесообразно использовать базы данных, в частности пакет Microsoft Office Access. При создании базы данных в Microsoft Access сначала надо создать структуру базы данных (создать структуру таблиц и установить между ними связи), а затем необходимо заполнить данными таблицы новой базы данных. Также нужно создать формы для ввода данных в таблицы, запросы для поиска информации в базе данных и отчеты для вывода из БД необходимой информации в удобном виде на экран, в печать или файл.

Создание БД начинается с проектирования. Этапы проектирования БД:

- исследование предметной области;
- анализ данных (сущностей и их атрибутов);
- определение отношений между сущностями и определение первичных и вторичных (внешних)

ключей.

В процессе проектирования определяется структура реляционной БД (состав таблиц, их структура и логические связи). Структура таблицы определяется составом столбцов, типом данных и размерами столбцов, ключами таблицы.

Целью данной работы является разработка наиболее оптимальной методики для повышения эффективности управленческих, научно-исследовательских и экономических процессов в горнопромышленной сфере на основе применения компьютерных технологий. В качестве информационного объекта в нашем исследовании выступают месторождения Старооскольско-Губкинского горнопромышленного узла Белгородской области, а информационными элементами являются – тип руд, место расположения объекта, содержание железа, прогнозные ресурсы, забалансовые руды (рис. 1). Информационный объект имеет множество реализации-экземпляров, каждый из которых представлен совокупностью конкретных значений реквизитов и идентифицируется значением ключа (простого – один реквизит или составного – несколько реквизитов). Остальные реквизиты информационного объекта являются описательными. При этом одни и те же реквизиты в одних информационных объектах могут быть ключевыми, а в других – описательными. Информационный объект может иметь несколько ключей.

В процессе проектирования определяется структура реляционной БД (состав таблиц, их структура и логические связи). Структура таблицы определяется составом столбцов, типом данных и размерами столбцов, ключами таблицы. Первым этапом является создание учебной базы данных в Microsoft Access. Для этого необходимо запустить программу Microsoft Access с пиктограммой в виде ключа. MS Access имеет дело с базами родственных данных, благодаря чему мы можем одновременно работать с данными из нескольких таблиц (рис. 2).

Код	название месторождения	степень освоения месторождения	тип руд	содержание Fe в %	запасы железных руд	забалансовые руды
1	Лебединское	Разрабатываемое мест.	железистые кварциты: магнетитовые	34,0	8328,8	-
2			железистые кварциты: окисленные	33,5	156,3	-
3			Богатые руды	55,0	101,9	3,3
4	Стойло-Лебединское		железистые кварциты: магнетитовые	35,0	2627,65	959,0
5			железистые кварциты: окисленные	34,5	-	87,5
6	Стойленское		железистые кварциты: магнетитовые	35,2	13478,8	1213,1
7			железистые кварциты: окисленные	35,1	-	167,0
8			богатые руды	34,2	145,6	-
9	Коробковское		магнетитовые кварциты	34,0	3997,1	1064,9
10			богатые руды	53,9	20,2	14,0
11	Михайловское		железистые кварциты: магнетитовые	-	17075	497,3
12			железистые кварциты: окисленные	-	4259,5	489,5
13			богатые руды	-	530,3	-
14	Львовлевское	Подготавливаемые к освоению	богатые руды	60,5	7685,9	-
15	Шемраевское		богатые руды	63,3	1036,7	-
16	Гостищевское	Резервные разведанные	богатые руды	62,0	15888,2	-
17	Висловское		богатые руды	60,7	4264,7	-
18	Прискольское		железистые кварциты: магнетитовые	36,8	3632,3	17,0
19			железистые кварциты: окисленные	33,5	83,8	-
20			богатые руды	50,3	83,1	8,9
21	Чернинское		железистые кварциты: магнетитовые	34,0	3475	1532,2
22			железистые кварциты: окисленные	34,0	-	179,3
23			богатые руды	53,6	346,4	53,5
24	Осколецкое	Не намечаемые к освоению	железистые кварциты	32,1	567,9	131,9

Рис. 1. Вид информационного объекта исследования и информационных элементов

тип руд	содержание Fe в %	запасы железных руд	забалансовые запасы	прогнозные ресурсы
железистые кварциты: магнетитовые	34,0	8328,8	-	10 000
железистые кварциты: окисленные	33,5	156,3	-	-
богатые руды	55,0	101,9	3,3	-
железистые кварциты: магнетитовые	35,0	2627,65	959,0	1060
железистые кварциты: окисленные	34,5	-	87,5	110
железистые кварциты: магнетитовые	35,2	13478,8	1213,1	1700
железистые кварциты: окисленные	35,1	-	167,0	-
богатые руды	34,2	145,6	-	-
магнетитовые кварциты	34,0	3997,1	1064,9	5000
богатые руды	53,9	20,2	14,0	-
железистые кварциты: магнетитовые	-	17075	497,3	11 575
железистые кварциты: окисленные	-	4259,5	489,5	1750
богатые руды	-	530,3	-	60
богатые руды	60,5	7685,9	-	-
богатые руды	63,3	1036,7	-	390
богатые руды	62,0	15888,2	-	-
богатые руды	60,7	4264,7	-	3284
железистые кварциты: магнетитовые	36,8	3632,3	17,0	526
железистые кварциты: окисленные	33,5	83,8	-	-
богатые руды	50,3	83,1	8,9	-
железистые кварциты: магнетитовые	34,0	3475	1532,2	1877
железистые кварциты: окисленные	34,0	-	179,3	-
богатые руды	53,6	346,4	53,5	-
железистые кварциты	32,1	567,9	131,9	-
магнетитовые кварциты: окисленные	24,0	0,7	-	0,000

Рис. 2. Вид базы данных месторождений полезных ископаемых и классификации железных руд

В результате создания базы данных на основе информации о месторождениях полезных ископаемых Старооскольско-Губкинского горнопромышленного узла (СГГПУ) мы упростили ряд научно-исследовательских задач и обеспечили быстрое исполнение решений. В частности, на основе таких баз данных мы построили классификационную схему техногенно-минеральных образований (ТМО) СГГПУ и наглядно представили данные о месторождениях, запасах железа, прогнозных запасах и забалансовых рудах. Также в дальнейшем нами планируется создание на основе базы данных кадастрового учета ТМО СГГПУ.

ПЕРСПЕКТИВЫ ДОБЫЧИ ГОРЮЧИХ СЛАНЦЕВ В БЕЛАРУСИ

А.О. Цыганков, Ю.В. Митько

Научный руководитель ассистент Ю.В. Митько

Гомельский государственный университет имени Ф. Скорины, г. Гомель, Беларусь

В последнее время уделяется большое внимание горючим сланцам в Беларуси. Сланцевый бум давно охватил Америку, Китай, постепенно добравшись и до многих европейских стран. Некоторые эксперты связывают с этим полезным ископаемым будущее мировой энергетики, ведь запасы нефти и природного газа на планете постепенно истощаются. Ученые уверены, что сланцевый газ может в будущем достойно их заменить. Международные нефтяные концерны давно проявляют интерес к горючим сланцам. Большинство ориентируется на получение из них сланцевой смолы как заменителя нефти. Синтетическую нефть уже вырабатывают в Китае, Эстонии, Бразилии. США сумели за счет сланцевого газа в течение нескольких лет почти полностью отказаться от импорта природного газа из других стран. В сланцевый спринт вступила и Германия, которая сформировала специальную комиссию по поиску сланцев.

Не осталась в стороне от модных тенденций в энергетике и Беларусь, ведь она занимает 2 место в СНГ (после России) по запасам этого полезного ископаемого. Выявление горючих сланцев на территории Беларуси (в Припятском прогибе) относится к началу 1960-х гг., когда при поисково-разведочных работах на другие виды полезных ископаемых в надсолевых верхнедевонских отложениях (полесский горизонт) были обнаружены пачки мергелей с сапропелевым материалом, качественная характеристика которых позволила отнести их к горючим сланцам. С 1965 г. Белорусской геологоразведочной экспедицией проводятся целенаправленные поисково-разведочные работы на различных площадях, в результате которых установлено наличие Припятского сланцевого бассейна и выявлено 2 месторождения сланцев с наилучшими качественными показателями: Любанское (в северо-западной части Припятского прогиба) и Туровское (в юго-западной).

В настоящее время в осадочном чехле Беларуси выделяется несколько уровней керогенсодержащих пород: ордовика и силура в пределах Брестской впадины; эйфельского яруса среднего девона в пределах Белорусской антеклизы и Жлобинской седловины; франского яруса верхнего девона в Оршанской впадине; верхнего фамена – нижнего карбона в Припятском прогибе.

Промышленное значение могут иметь только горючие сланцы верхнего фамена-нижнего карбона в западной части Припятского прогиба, где они образуют сланцевосный бассейн площадью более 10 тыс. км² с суммарными прогнозными ресурсами 8780 млн т. Сланцевосная формация включает образования полесского горизонта фаменского яруса и малевско-черепетского горизонта турнейского яруса. Глубина залегания сланцев 50...600 м, мощность отдельных пластов достигает 0,5...3,0 м. По условиям осадконакопления, типам пород, характеру сланцевосности выделяется 2 типа разрезов: старобинский и туровский.

Старобинский тип связан со старобинскими, ствижскими и боровскими слоями полесского горизонта, характерен для северо-западной части Припятского бассейна (Старобинская, Любанская, Октябрьская площади).

Мощность сланценой толщи изменяется от 70 до 360 м, глубина ее кровли от 73 до 423 м. Разрез характеризуется двучленным строением. Нижняя доломитово-мергельная пачка включает 3 сланценовых горизонта (I, II, III) и содержит до десяти прослоев горючих сланцев и керогенсодержащих пород. Верхняя известково-мергельная пачка содержит один сланценовый горизонт, нередко представленный двумя сближенными пластами керогенсодержащих пород, реже – горючих сланцев. Преобладающими породами в данном типе разреза являются мергели, известняки и доломиты, характерно присутствие значительного количества пирокластического материала, входящего в состав глин и мергелей, а также образующего отдельные прослои туффинов и туфов. Горючие сланцы и керогенсодержащие породы составляют не более 5 % общего объема пород. Лучшими качественными показателями характеризуются сланцы основного – нижнего (III) – сланценового горизонта.

Любанское месторождение выявлено и предварительно разведано в центральной части площади развития полесского горизонта. Площадь его составляет 312 км². Основной пласт имеет наиболее устойчивую мощность, которая изменяется от 0,3 до 1,6 м (в среднем 1,1 м). Глубина залегания подошвы пласта колеблется от 198 до 473 м. Удельная теплота сгорания горючего сланца на сухое топливо составляет 4,2...8,4 МДж/кг (в среднем 6,3 МДж/кг). Содержание диоксида углерода 4,9...16,7 % (в среднем 9,9 %), зольность 66,4...77,0 %, выход смолы 8,2...11,1 % (в среднем 10,2 %), содержание серы 2,1 %. Прогнозные ресурсы Любанского месторождения оценены в 1 223,1 млн т, из них в предварительно разведанные запасы переведено 901 млн т [1].

В юго-западной части Припятского прогиба (Туровская депрессия) развит туровский тип сланценовых отложений. Для него характерна наибольшая полнота разреза. Сланценовые отложения здесь включают образования полесского горизонта фаменского яруса, малевского, упинского и черепетского горизонтов турнейского яруса. Слагают формацию в основном песчаники, в меньшем количестве присутствуют глинистые породы, мергели, известняки, доломиты [1]. Мощность формации изменяется от 100 до 400 м. В разрезе продуктивных отложений развит преимущественно один пласт – туровский, который сопоставляется с I горизонтом разрезов северо-западной части бассейна. Мощность пласта изменяется от 0,13 до 3 м, глубина залегания – от 63,8 до 680 м, закономерно увеличивается в восточном направлении (угол падения не превышает 1°). Строение пласта простое.

В восточной части данной территории в разрезе сланценовых отложений появляется второй пласт горючих сланцев – озеранский. Залегает он стратиграфически выше пласта туровского, на расстоянии 56...112 м, и соотносится с первым горизонтом старобинского типа разреза. Пласт распространен на площади около 440 км² и залегает на глубинах 103,9...360,9 м. Мощность его изменяется от 0,1 до 1,8 м, в среднем составляя 1 м. Пласт имеет простое строение. Кроме двух пластов горючих сланцев, в разрезе выделяются прослои керогенсодержащих пород (менее 10 % органического вещества), число которых увеличивается в восточном направлении. Средние показатели качественной характеристики горючих сланцев пластов довольно близки. Содержание серы в них изменяется от 1,2 до 3,6 %, выход летучих веществ на горючую массу достигает 87,3 % [1].

Туровское месторождение площадью 348,6 км² оконтурено в центральной части сланценовой площади, в пределах него мощность туровского пласта в контуре подсчета запасов составляет 1,96 м, глубина залегания подошвы изменяется от 81,8 до 476,1 м. Прогнозные ресурсы по категории P1 составляют 2 683,9 млн т. Теплота сгорания горючих сланцев месторождения в среднем равна 6,13 МДж/кг, содержание диоксида углерода 8,8 %, зольность 72,9 %, выход смолы 8,1 %. В западной части месторождения был выделен наиболее перспективный – Горынский участок (первое шахтное поле), на котором проведена предварительная разведка. Участок занимает северо-восточную часть Столинского района Брестской области и юго-восточную часть Житковичского района Гомельской области, в его пределах горючие сланцы приурочены к старобинским слоям и представлены одним туровским пластом, залегающим на глубине от 50 до 365 м, мощность его изменяется от 0,6 до 2,7 м (средняя – 1,5 м), теплота сгорания – от 4,2 до 6,34 МДж/кг (средняя – 5,33 МДж/кг), зольность в среднем равна 75 %, выход смолы 6,0-9,2 % (средний – 7,7 %). Разведанные запасы горючих сланцев на участке составляют 696 млн т по категориям C1+C2, в том числе 327,7 млн т по категории C1.

Горючие сланцы Припятского бассейна представляют собой глинистые, мергелистые, известковистые и туфогенно-карбонатные породы, содержащие от 2...3 до 28 % органического вещества сапропелевой природы. Условно считается, что отложения, содержащие более 10 % органического вещества, относятся к горючим сланцам, менее 10 % – к керогенсодержащим породам. Пласты горючих сланцев – это обычно тонкое переслаивание горючих сланцев и керогенсодержащих пород. По внешнему виду сланцы Припятского бассейна коричнево-серые, темно-серые с коричневатым оттенком, плотные, грубо- и тонкоплитчатые с угловато-ступенчатой и крупнопластурированной изломом. Нередко отмечается линзовидно-горизонтальная слоистость, обусловленная неравномерным распределением органического вещества (линзы, прослои, пятна). В тонких пластинках сланцы горят коптящим пламенем, издавая запах жженой резины, при исследовании в ультрафиолетовом свете люминесцируют в голубовато-зеленоватых тонах.

В составе органического вещества преобладает сильно измененный сапропелевый материал, представленный коллоальгинитом, встречаются единичные фрагменты талломоальгинита. Кроме коллоальгинита и сорбоколлоальгинита, встречены единичные компоненты витринита, фюзенита, обрывки желтовато-оранжевых макроспор. По степени катагенеза органического вещества вмещающие сланцы отложения находятся на низкой длиннопламенной либо переходной от буроугольной к длиннопламенной стадии. По петрографическому составу в Припятском сланцевом бассейне выделяется 2 группы горючих сланцев: с мергельной и с глинистой минеральными составляющими. Первые имеют преобладающее распространение в

пределах северо-западной части бассейна и в восточной части Туровской депрессии, вторые преобладают в карбоновой части разреза формации, а также в западной части Туровской депрессии.

Согласно стратегии развития энергетического потенциала, к 2014 году в Беларуси планируется построить горно-химический комбинат по добыче и переработке горючих сланцев мощностью 5 млн.т в год.

По качественным показателям горючие сланцы Припятского прогиба не являются эффективным твердым топливом из-за высокой зольности (75 % и более), низкой теплоты сгорания (средняя – 5,8 МДж/кг) и выхода смол в пределах 7...8 %. Однако необходимо учитывать, что получаемые при термической обработке сланцев жидкие и газообразные компоненты (пирогенетическая вода, первичный газ, газовый бензин) представляют интерес как исходное сырье для получения ряда ценных продуктов. Так, при очистке подсмольных вод извлекаются фенолы, кетоны, летучие основания, кислоты. При пиролизе газового бензина, первичного газа и продуктов легкой фракции возможно получение бензола, толуола, сольвента. Кроме того, при пиролизе получают отопительный газ и мазут.

Белорусские сланцы характеризуются низким качеством: низшая теплота их сгорания составляет 1...1,5 тыс.ккал на 1 кг, зольность – 78...80 %, выход первичной смолы – 7,8...9,5 %, выход летучих соединений – 15...25 %, содержание серы – 2...3 %. Вовлечение ресурсов горючих сланцев в топливный баланс Беларуси возможно путем их термической переработки с твердым теплоносителем. Эта технология отработана и имеет самую высокую эффективность использования таких полезных ископаемых.

Беларусь планирует привлечь инвесторов и к поиску сланцевого газа. Работы находятся в стадии теоретической подготовки перспективных площадок. Белорусские эксперты ведут технологические консультации по этому вопросу с компаниями Польши, Литвы, США и других стран, уже имеющих опыт в данной сфере. Ожидается, что в ближайшее время поиски сланцевого газа в Беларуси развернутся в районе Бреста. Ими займется ПО "Белоруснефть" в сотрудничестве с одной из польских компаний. По данным Национальной академии наук, месторождений сланцевого газа в Беларуси до сих пор не выявлено. Проектом предусматривается проектирование и строительство шахтных рудников и горно-обогатительного комплекса мощностью 5 млн.т в год, электростанции мощностью до 500 МВт и энерготехнологического комплекса по глубокой переработке горючих сланцев. Потребность в инвестициях составляет около \$2 млрд.

Литература

1. Полезные ископаемые Беларуси: К 75-летию БелНИГРИ / Редкол.: П.З. Хомич и др. – Мн.: Адукацыя і выхаванне, – 2002. – 528 с.

БЛАГОПРИЯТНЫЕ ФАКТОРЫ МЕТАЛЛОНОСНОСТИ МЕЗО-КАЙНОЗОЙСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ ВОСТОЧНОГО ОБРАМЛЕНИЯ ЗАПАДНО-СИБИРСКОЙ ПЛИТЫ (НА ПРИМЕРЕ ТОМСКОЙ ОБЛАСТИ)

Е.М. Чернев

Научный руководитель доцент В.А. Домаренко

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Известно, что Западно-Сибирская плита занимает площадь более 3 млн км², где сосредоточены основные топливно-энергетические ресурсы России. Наибольший интерес представляет восточное обрамление Западно-Сибирской плиты (Томская область) [5]. В силу своего геолого-географического расположения Томская область выгодно отличается от других областей тем, что ее фундаментом служат нефтематеринские отложения баженовской свиты [1] с повышенной радиоактивностью и аномально высокими содержаниями микрокомпонентов: молибдена, цинка, кобальта, никеля, меди, сурьмы, марганца, бора, фосфора, ванадия, урана, тория и мышьяка и сульфидного железа [5]. Томская область богата прибрежно-морскими цирконий-ильменитовыми песками кусковской свиты нижнего палеогена. Также в восточной части Западно-Сибирской плиты отчетливо выделяется зона грунтового окисления русловых отложений юрского возраста, которое представлено Малиновским месторождением урана с содержанием урана в рудах до 0,139 % при среднем содержании 0,066 %. Урановые минералы представлены настураном, коффинитом и урановыми чернями. И здесь же выделяются зоны пластового окисления – это месторождения Мынкудукского стратотипа, находящегося в известной Чу-Сарысуйской впадине крупной Притяньшанской урановорудной провинции, где сосредоточены основные запасы урана [2, 3].

Проведение полевых исследований на территории востока Западно-Сибирской плиты (2008-2010 гг.), расчет статистических данных и анализ фондовых материалов предшественников позволили выявить некоторые новые благоприятные факторы [7, 8], которые, в свою очередь, выделяются в перспективные урановорудные объекты на востоке Западно-Сибирской плиты, возможно, в объекты нового нетрадиционного типа (рис. 1).

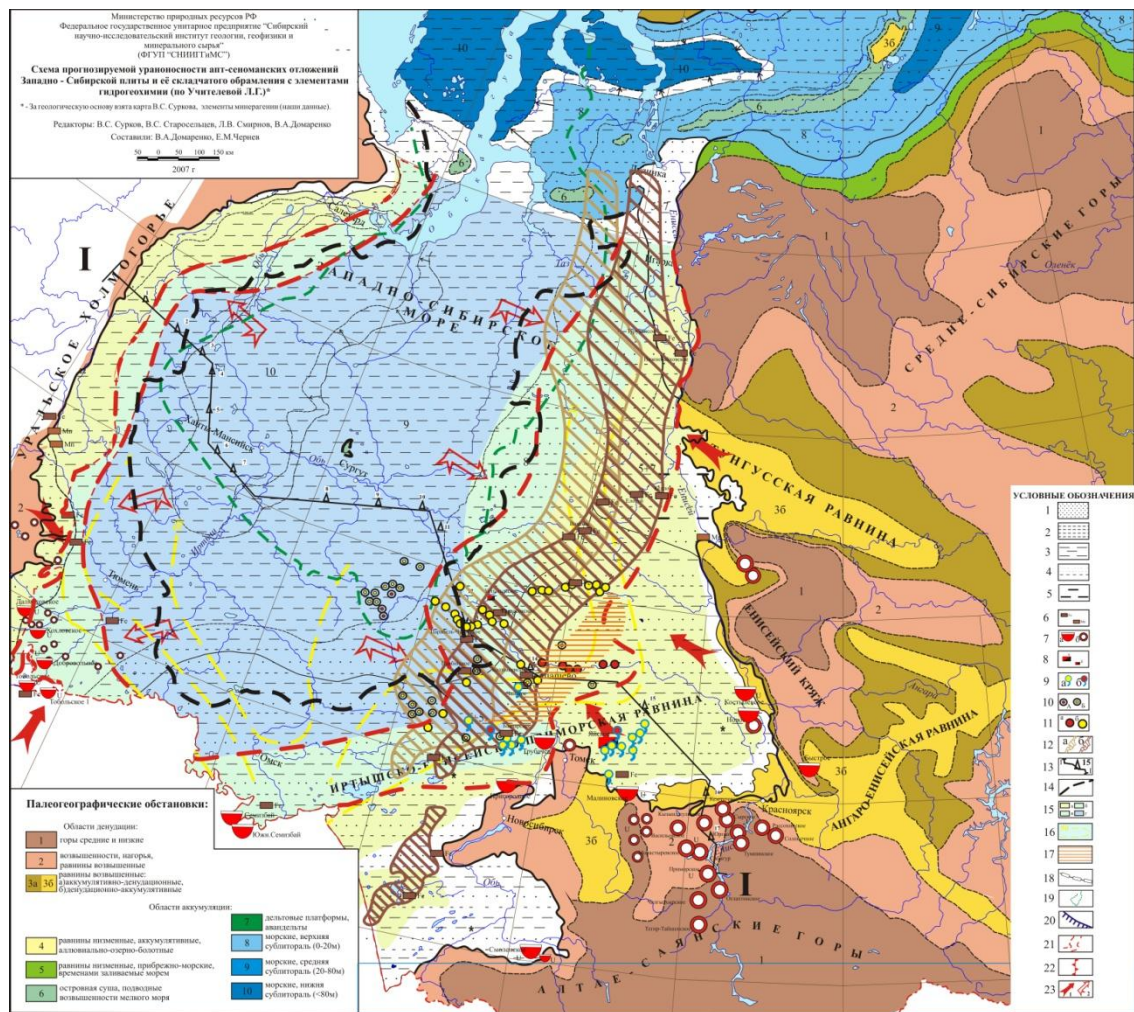


Рисунок. Литолого-фациальная карта апт-сенонима (В.С. Сурков) платформенных областей Сибири, с элементами прогноза на уран (В.А. Домаренко, Е.М. Чернев)

1. Благоприятные литолого-фациальные условия.

Одним из факторов функционирования Западно-Сибирской рудообразующей системы являлось понижение в мезозое- раннем кайнозое с последующей инверсией в неоген-четвертичное время уровня морского бассейна на фоне тектонической дифференциации территории. Поэтому зональность системы совпадает с контуром бассейна и подчинена палеогеографическим особенностям прибрежных территорий.

2. Благоприятная гидродинамическая и геодинамическая обстановки.

Площади возможного уранового оруденения разных типов сопряжены зонами тектонической и тектономагматической активизации особенно по периферии НГБ.

3. Благоприятная радиогеохимическая обстановка (наличие аномалий и проявлений урана, зон перераспределения радиоэлементов).

Собственно сведения об аномалиях и проявлениях урана в верхне-мел-палеогеновых отложениях внутренних структур плиты единичны и, как правило, получены при проведении попутных поисков и ревизии сохранившегося ядерного материала. Следует отметить отрывочность этих данных.

Поведение радиоэлементов отчетливо указывает на наличие геохимического барьера, что находит своё отражение в радиогеохимических характеристиках поверхностных отложений. Судя по наличию и характеру проявления радиогеохимических аномалий, существуют зоны, благоприятные для перераспределения и накопления радиоактивных элементов. Участки с повышенной интенсивностью термоллюминесценции детекторов и высокой дисперсией показателя радиоактивности, возможно, проявляют зоны интенсивной миграции радона, связанные с концентрированием урана или разрывными нарушениями глубинного заложения [6].

4. Гидрогеохимическая зональность и повышенные концентрации урана в подземных водах.

На окраине Западно-Сибирской плиты на уровне мел-палеогена прослеживается смена минерализации и солевого состава подземных вод. Выделяются три гидрогеохимические зоны, которые совпадают со сменой литолого-фациальных геохимических обстановок водоносных отложений верхнемелового возраста [4].

5. Минералого-петрографические предпосылки

Благоприятными минералого-петрографическими предпосылками могут являться зоны вторичного окисления и восстановления. На наличие таких зон указывал А.А. Бабин при изучении закономерностей размещения железоруденения Западно-Сибирского пояса, Г.М. Шор – при изучении титан-циркониевых россыпей.

Наличие региональной зоны пластового окисления доказано нами при проведении работ по оценке ураноносного потенциала юго-восточной окраины Западно-Сибирской плиты.

Вопрос о характере возможных осадителей металла остаётся открытым и требует дополнительного изучения. Однако уже сейчас можно предположить в качестве сорбентов гидроокислы железа Западно-Сибирского пояса, а также органика, которая в мел-палеогеновых отложениях встречается в значительных количествах.

Таким образом, нами доказано в пределах восточной окраины Западно-Сибирской плиты наличие благоприятных факторов металлоносности, а именно – аномалии урана практически во всем разрезе плитного комплекса от юры до современных образований, как в проницаемых толщах, так и в воде.

Литература

1. Вассоевич, Н.Б. Литология и нефтегазоносность: избранные труды / Н. Б. Вассоевич; отв. ред. В. Е. Хаин. – М.: Наука, 1990. – 263 с.
2. Домаренко В.А., Воробьев Е.А., Молчанов В.И., Мазуров А.К. Основные результаты и перспективы развития геолого-разведочных работ на радиоактивное сырье в центрально-Сибирском регионе // Известия ТПУ. – Томск: Изд-во ТПУ, 2009. – Т. 314. – № 1. – С. 92–96.
3. Домаренко В.А., Чернев Е.М., Соболев И.С. Возможности обнаружения уранового руденения гидрогенного типа на востоке Западно-Сибирской плиты // Разведка и охрана недр, 2010. – № 11. – С. 24–32.
4. Ермашова Н.А. и др. Отчет гидрогеохимической партии за 1976–1982 гг. – Томск, 1982.
5. Западная Сибирь // Геология и полезные ископаемые России. В шести томах. Т.2. / Гл. ред. В.П. Орлов. Ред. 2-го тома: А.Э. Конторович, В.С.Сурков. – СПб.: Изд-во ВСЕГЕИ, 2000. – 477 с.
6. Соболев И.С., Чернев Е.М. Отражение глубинного строения юго-восточной части Западно-Сибирской нефтегазоносной провинции в элементном составе осадочных пород древней поверхности // Геология, геофизика и разработка нефтяных и газовых месторождений, 2010. – № 3. – С. 21–29.
7. Чернев Е.М. Обнаружение урана гидрогенного типа юго-восточной части Западно-Сибирского региона на основе профильных геохимических исследований // Проблемы геологии и освоение недр: Сборник докладов XII Международного симпозиума им. акад. М.А.Усова студентов и молодых ученых, посвященный 100-летию первого выпуска горных инженеров в Сибири и 90-летию создания Сибгеолкома в России – Томск, ТПУ, 14-17 апр. 2008. – Томск: Изд. ТПУ, 2008. – С. 193–195.
8. Чернев Е.М. Основные прогнозные критерии обнаружения уранового руденения гидрогенного типа Западно-Сибирского региона // Радиоактивность и радиоактивные элементы в среде обитания человека: Материалы III Международной конференции – Томск, ТПУ, 23-27 июня 2009. – Томск: STT, 2009. – С. 652–655.

ПРИРОДНЫЕ ТИПЫ РУД НАТАЛКИНСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ И ИХ ПРОМЫШЛЕННАЯ ЗНАЧИМОСТЬ

К.Е. Чернышёв

Научный руководитель профессор С.В. Сендек

Санкт-Петербургский государственный горный университет, г. Санкт-Петербург, Россия

В большеобъемных месторождениях терригенно-сланцевых толщ штокверкового типа руденение является многостадийным. Определение значения каждой минерализационной стадии является сложной задачей, тем более, что морфологически отделить одну стадию от другой не представляется возможным. Проанализировав структурно-текстурные и минералогические свойства рудных образований, а также используя данные сплошного бороздового опробования горизонтов Наталкинского месторождения, на основе статистического анализа возможно оценить вклад каждой стадии минерализации в общий баланс промышленных руд и на этой основе определить возможные поисковые признаки и перспективы на месторождениях подобного типа [3–5].

Основываясь на макроскопических наблюдениях и микроскопических исследованиях рудных образований в пределах Наталкинского месторождения, могут быть выделены 4 стадии рудообразования, каждой стадии соответствует определенный тип руд. Все типы руд характеризуются определенной степенью кварцевого и рудного прожилкования, метасоматической окварцованностью, определенным набором минералов, структурно-текстурными особенностями, уровнем золотоносности и могут быть классифицированы визуально. Они характеризуются последовательным усложнением первичных пород, повышением степени окварцевания и сульфидизации. Выделяются следующие типы руд:

- прожилково-вкрапленная руда с рассеянной пирит-арсенопиритовой минерализацией, с маломощными прожилками (I). Данный тип широко распространен на месторождении;
- прожилково-вкрапленная метасоматически окварцованная руда (II);
- интенсивно метасоматически окварцованная и дислоцированная прожилково-вкрапленная руда с прожилками и просечками пирита, арсенопирита (III). Наряду со связанным, в них отмечается и свободное золото. На месторождении образует линейно-вытянутые зоны;

– кварцево-жильные образования характеризуются не только пирит-арсенопиритовой, но и полисульфидной минерализацией, золото в них крупное, свободное. Распределение кварцевых тел в объеме штокверка весьма незначительное, слагает рудные столбы (IV).

Таким образом, каждой стадии и типу руд свойственны свои особенности преобразования вмещающих пород, новообразованные минеральные ассоциации и связанная с ними золотоносность. Оруденение формируется в результате сложного совмещения нескольких золотоносных стадий, приводящих к многоформности нахождения золота в рудах.

Для того, чтобы оценить, как распределены уровни концентрации золота, необходимо определить характер распределения проб по уровням концентрации, что должно соответствовать типам руд и выяснить какая масса золота свойственна этим рудам и является преобладающей, определяющей параметры месторождения.

Статистический анализ выполнен согласно методике С.В. Сендека, опробованной на многих месторождениях [1, 2].

Построены графики частотного распределения проб по четырем основным горизонтам, на графиках также отображены типы руд в соответствии с уровнями концентрации золота (рис. 1). Можно видеть, что на I и II типы руд приходится большая часть проб, в то время как на III и IV типы приходится в лучшем случае первые проценты.

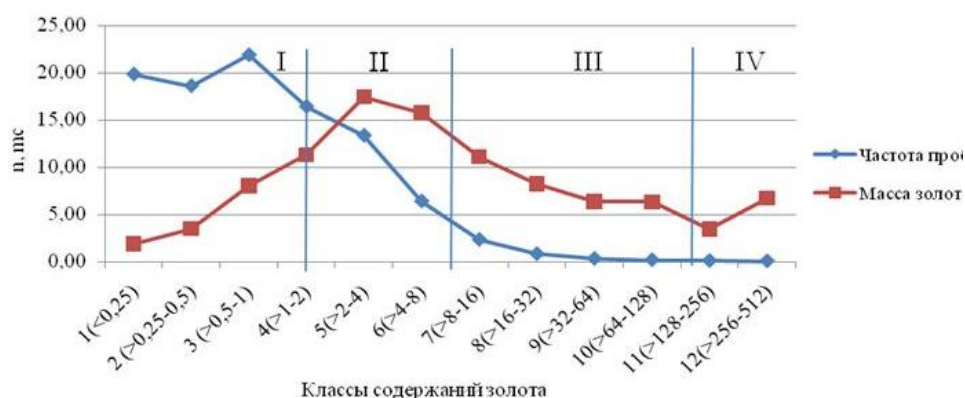


Рисунок. График частотного (n) массового (mc) распределения золота на Наталкинском месторождении. Горизонты 790, 750, 700, 650 м

Таким образом, наиболее значимыми типами руд в объёме мегаштокверка Наталкинского месторождения являются I и II типы руд, представленные прожилково-вкрапленными и метасоматически окварцованными и дислоцированными прожилково-вкрапленными рудами. В них заключена основная масса золота. По этим рудам развиваются локальные кварцево-жильные тела, придающие этим рудам повышенные концентрации золота в первичной рудной матрице. Геологическое картирование штокверка на фланги и глубину должно основываться на выделении этих типов руд.

Литература

1. Сендек С.В. Структура запасов металла как следствие генетических особенностей рудообразования // Записки Горного института, 1993. – Т. 137. – С. 28–38.
2. Сендек С.В. Проявление энтропийного закона распределения массы золота при формировании промышленного оруденения // Записки Горного института, 2009. – Том 183. – С. 112–126.
3. Григоров С.А. Генезис и динамика формирования Наталкинского золоторудного месторождения по данным системного анализа геохимического поля. // Руды и металлы, 2006. – № 3. – С.44–49.
4. Григоров С.А. и др. Наталкинское золоторудное месторождение – строение и основные поисковые признаки. // Отечественная геология, 2007. – № 3 – С.43–50.
5. Горячев Н.А., Викентьева О.В., Бортников Н.С.и др. Наталкинское золоторудное месторождение мирового класса: распределение РЗЭ, флюидные включения, стабильные изотопы кислорода и условия формирования руд (Северо-Восток России) // Геология рудных месторождений, 2008. – Том 50. – № 5. – С. 414–444.

Секция 4

ГЕОЛОГИЯ НЕФТИ И ГАЗА. СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ПОИСКОВ И РАЗВЕДКИ УГЛЕВОДОРОДНОГО СЫРЬЯ

ТОМСКИЕ ПОЛИТЕХНИКИ И НЕФТЕГАЗОНОСНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ РОССИИ

П.С. Чубик профессор, ректор ТПУ,

В.Н. Ростовцев, доцент, академик РАЕН

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

«Богатство недр есть залог величия державы»

М.В. Ломоносов

В этом году исполняется 60 лет, как Томский политехнический институт (ТПИ) начал, впервые за Уралом, подготовку горных инженеров-геологов по специальности геология, поиски и разведка нефтяных и газовых месторождений. В 1952 году некоторым специалистам казалось такое решение несколько преждевременным. Действительно, до первого промышленного газового фонтана у знаменитого поселка Березово, Тюменской области, оставалось еще почти больше года. Научные дискуссии о перспективах нефтегазоносности Западной и Восточной Сибири носили очень острый характер.

Жизнь показала, что решение, принятое ректором ТПИ А.А. Воробьевым, обладавшего исключительным даром предвидения, оказалось не только своевременным, не только исключительно актуальным, но и являлось логическим развитием сибирской школы геологов, основы которой заложили академики М.А. Обручев и М.А. Усов. В начале 60-х годов, когда страна развернула ширококомасштабные работы по освоению Западной Сибири зарождающегося нефтяного гиганта мирового значения, выпускники ТПИ органически заполнили геологические предприятия от Новосибирска до Ямала. Но были бы ошибочными представления о том, что нефтяная тематика Сибири началась в политехническом с 1952 года. Да, действительно, в фундаментальном труде В.А. Обручева: «История геологического исследования Сибири (за 1889-1917 год), где он обобщил и дал оценку практически всем геологическим исследованиям, нет никаких указаний на перспективы нефтегазоносности Сибири. Но уже в 1920 году его ученик и последователь М.А. Усов рассматривает геологические проблемы каустобиолитов, а позже, в 1936 году, в работе «К вопросу о нефти в Западно-Сибирском крае» проблемы нефти в Сибири. Он писал: «...можно будет направить средства на глубокое бурение для отыскания нефти в пределах Западно-Сибирской низменности» [Усов М.А., 1936]. В свою очередь проблему нефтегазоносности Западной Сибири подхватил ученик М.А. Усова профессор политехнического Михаил Калинин Коровин. Он прошел большой тернистый путь исследователя по оценке перспектив нефтегазоносности Западно-Сибирской низменности, от впервые высказанного сомнения об отсутствии здесь нефти, до научного обоснования перспектив нефтегазоносности этой территории. Выступая 18 декабря 1926 года на вечернем заседании секции «Недра» Первого Сибирского краевого научно-исследовательского съезда в г. Новосибирске в прениях по докладу Н.Я. Брянцева «Перспективы развития кузнецкого каменноугольного бассейна», М.К. Коровин отметил: «Я хотел затронуть вопрос иного порядка. Для Сибири, кроме горно-заводского центра, кроме горно-металлургической промышленности, кроме этих вопросов, есть еще один большой вопрос – это отсутствие нефти» [Б.Д. Васильев, 2002.]

Конечно, на страницах истории геологических исследований записано, что первым на возможные перспективы нефтегазоносности Западной Сибири указал на Урало-Кузбасской выездной сессии АН СССР, в 1932 году, академик и руководитель нефтяной промышленности молодой республики И.М. Губкин. Однако, справедливости ради, надо отметить, хотя этот прогноз однозначно имел огромное значение для начала разворота геологоразведочных работ на поиски нефти и газа, но все-таки, он базировался на общепринятых в то время принципах прогноза, а не на детальном исследовании этой территории. В 1932 году в журнале «Социалистическое хозяйство Западной Сибири» публикуется первая статья М.К. Коровина «О нефти в Западной Сибири», в которой он на основании интерпретации фактических геологических данных пытался дать оценку нефтегазоносности Западной Сибири. Через 13 лет, в мае 1945 года, он делает доклад «Перспективы нефтегазоносности Западной Сибири» на первой сессии Западно-Сибирского филиала Академии наук СССР, в котором обосновывает высокие перспективы нефтегазоносности как палеозойских, так и мезозойских отложений. На базе этого доклада в дальнейшем Академия наук и Правительство СССР сформировали комплексную программу геологоразведочных работ на всей территории Западной Сибири. Эта программа предусматривала проведение серии региональных сейсмических профилей и бурение опорных и параметрических скважин. Иногда некоторые исследователи, не достаточно изучив труды М.К.Коровина, упрекают его в том, что он рекомендовал начать геологоразведочные работы на юге Омской, Томской, Новосибирской областей. Также некоторые его упрекают в том, что он большие перспективы связывал с палеозойскими отложениями. М.К.Коровин четко представлял особенности перспектив нефтегазоносности Западной Сибири. Вот что он писал: «нефтеперспективные районы Западной Сибири нарастают по числу и площади к северу», и рядом: «Нефтегазоносность мезозоя и частью кайнозоя может быть, прежде всего, вторичной, с не меньшим основанием в настоящее время можно говорить о первичной нефтегазоносности

мезозойско-кайнозойских отложений». Все это подтвердилось и более высокие перспективы северных районов, и нефтегазоносность мезозоя. Почему, понимая все это, М.К. Коровин все-таки предлагал начать работы на юге?

Ответ прост, свой доклад он делал через 19 дней после дня Победы в Великой Отечественной войне, страна лежала в руинах, пока не было сил и средств широким фронтом двигаться на север. До конца 50-х годов руководители буровых организаций в Томской области ездили на лошадях на буровые. Относительно его представлений о высоких перспективах нефтегазоносности палеозойских отложений пока окончательного ответа нет. Даже сейчас имеются разные точки зрения на эту проблему. Одни академики считают палеозой мало перспективным, другие ученые и специалисты считают, что палеозой это в ближайшем будущем второе дыхание Западной Сибири. Пока с большой уверенностью можно только констатировать, что промышленные притоки нефти и газа из палеозойских отложений получены на землях Западной Сибири от районов Новосибирской области до Нового Порта на Ямале. Можно только удивляться, как нашим предшественникам, заложившим основы Сибирской нефтяной школы, при наличии минимальной геологической информации, удается формулировать прогнозы, которые через десятилетия реализуются, или ждут своей практической реализации. В подтверждении этого тезиса можно привести еще один пример научного пророчества. В своем докладе «Перспективы нефтегазоносности Западной Сибири» М.К. Коровин отмечал «... район города Томска, низовья реки Томи, и район Колпашево-Кривошеино представляют площади с этой точки зрения, привлекающие наше особое внимание». То, что в Колпашевской скважине № 2 были получены первые сотни литров Западно-Сибирской нефти общеизвестный факт. А вот низовья реки Томи, считавшиеся более 50 лет бесперспективными по данным, полученным сотрудниками политехнического доцентом Ростовцевым В.Н. и старшим преподавателем Ростовцевым В.В., заставляют пересмотреть эти оценки и присоединиться к выводам М.К. Коровина. Во-первых, в этой зоне выявлены естественные выходы природного газа по тектоническому разлому, что свидетельствует о наличии разрушающейся газовой залежи. Во-вторых, проведенные сотрудниками НИ ТПУ радиогеохимические исследования доцентом И.С. Соболевым, под руководством профессора Л.П.Рихванова, и высокоточные магнитометрические работы доцентом В.П. Меркуловым, под руководством профессора Л.Я. Ерофеева, показали в этом районе наличие аномалий типа «залежь». Данные бурения поисковой скважины в этом районе свидетельствуют о наличии признаков нефти и газа в палеозойских, юрских и меловых отложениях. Проведенная старшим преподавателем Ростовцевым В.В. квантово-оптическая фильтрация космоснимков, охватывающих полосу шириной 70 км по линии устье Томи, поселок Красный Яр, Кривошеино, позволило ему наметить серию границ прогнозируемых месторождений. Результаты проведенных сейсмических работ МОГТ 2Д в зоне слияния двух рек Оби и Томи свидетельствуют о наличии в этом районе ловушек для нефти и газа в очень широком диапазоне. Здесь имеются структурные, литологические, стратиграфические, тектонически-экранированные и даже ловушки шнуркового типа, сформированные палеозойскими врезами рек Обь и Томь. В этих врезках отчетливо прослеживается слоистая структура палеозойских отложений, что в значительной степени увеличивает перспективы их нефтегазоносности. Если учесть, что такие врезы могли формироваться на всем протяжении русла реки Оби, то прогнозы М.К. Коровина о высоких перспективах палеозоя Западной Сибири становятся еще более привлекательными.

Идеи М.К. Коровина возрождают новое поколение политехников. Страна высоко оценила заслуги профессора Томского политехнического М.К. Коровина, присудив ему и группе ученых и геологов Ленинскую премию 1964 года в области науки и техники «за научное обоснование перспектив нефтегазоносности Западно-Сибирской низменности и открытие первого в этой провинции Березовского газоносного района». Кроме того, он был награжден двумя орденами Ленина и орденом Трудового Красного Знамени.

Несмотря на такой мощный научный фундамент, на первом этапе подготовка геологов нефтяников столкнулась с определенными трудностями, в основном из-за отсутствия в Сибири профессиональных нефтяников. В связи с этим вновь открывшуюся кафедру горючих ископаемых возглавил замечательный профессор Александр Васильевич Аксарин, первооткрыватель ряда угольных месторождений, аспирант и соратник М.К.Коровина, но вплотную до этого не занимавшийся нефтяной тематикой. Однако, несмотря на это, ему удалось создать коллектив блестящих преподавателей, основу которому составили профессор И.В. Лебедев, доценты Б.А. Богачев, С.И. Шишигин, а затем и первые выпускники кафедры В.Л. Кокунов, А.Ф. Сенаколис, Л.А. Пухляков.

Благодаря фундаментальным знаниям общей, исторической геологии, широкому кругозору, этому коллективу удалось начать подготовку высококлассных специалистов геологов-нефтяников. Большую роль при решении этой задачи сыграла правильно выбранная А.В. Аксариным тактика подготовки студентов, ориентированная на связь с производством. Его студентов, при прохождении ими студенческих практик, можно было встретить в Баку, в Бугуруслане, на Сахалине, в Хакасии, в Грозном и конечно в районах Западной Сибири.

Безусловно, большое влияние на студентов нефтяников оказывали и преподаватели других кафедр геологоразведочного факультета, такие как К.В. Радугин, Л.Л. Халфин, С.С. Сулакшин, Д.С. Миков, В.К. Черепнин, М.Д. Парфенова, А.А. Курбатова, В.Д. Томашпольская, А.И. Баженов, В.И. Баженов, А.А. Бакиров, Г.М. Рогов, Г.А. Иванкин, В.Е. Номаконов, А.Г. Сивов и другие. Не удивительно, что они воспитали замечательную плеяду геологов-нефтяников, которые встали, в начале 60-х годов прошлого столетия, у истоков нефтяных и газовых гигантских месторождений России таких, как Самотлорского, Уренгойского, Ямбургского, Мамонтовского, Ново-Портовского, Оренбургского и многих, многих других. Работая на Сахалине, в Оренбургской области, Красноярском крае, Архангельской области, на Печоре, в Татарии, Башкирии всюду выпускники политехнического, в той или иной степени, формировали нефтегазовый потенциал России, который в трудный переходный период от плановой экономики к рыночной, стал надежной гарантией экономической и политической безопасности России. Многие выпускники начала нового века стали ведущими специалистами в

крупных нефтяных компаниях в России и за рубежом. Трудно переоценить их вклад в решение энергетических задач не только России, но и зарубежных стран. Большинство месторождений нефти и газа Томской области открыто выпускниками политехнического – П.А. Пшеницыным, Н.Е. Некрасовым, В.И. Волковым, Н.М. Одинцовым, В.И. Седуновым, Н.В. Коптяевым. Заметный вклад в развитие геологической службы Томской области внесла К.Я. Черкашина, долгие годы возглавлявшая геологический штаб региона. В этой статье невозможно перечислить всех выпускников политехнического, которые внесли существенный вклад в развитие нефтяной и газовой промышленности страны и зарубежья. В этой огромной плеяде замечательных геологов, ученых, кандидатов и докторов геолого-минералогических наук есть выпускники политехнического, вклад которых в формирование энергетической базы страны особенно существенны. Среди них Е.А. Тепляков, горный инженер-геолог нефтяного профиля первого выпуска политехнического, Лауреат Государственной премии за участие в открытии нефтяного гиганта мирового уровня Самотлорского нефтяного месторождения. Самотлор в 60-е годы стал символом Западной Сибири. В 70-80е годы прошлого столетия символом Западной Сибири стал газовый гигант Уренгой. У его истоков стоял выпускник Томского политехнического института Брехунцов Анатолий Михайлович – президент Группы компаний «СИБНАЦ», Лауреат Государственной премии СССР, Заслуженный геолог Российской Федерации, доктор геолого-минералогических наук, первооткрыватель месторождения, действительный член Академии горных наук. Он принимал непосредственное участие в открытии нефтяных и нефтегазоконденсатных месторождений: Мамонтовского, Усть-Балыкского, Новопокровского, Русского, Заполярного, Уренгойского и Ямбургского. Активный участник реализации идеи скорейшего и глубокого изучения уникальных залежей твердых полезных ископаемых Полярного Урала – элементов всей таблицы Менделеева, Брехунцов А.М. – кавалер трех орденов: ордена Трудового Красного Знамени, ордена Дружбы народов и ордена Почета. В настоящий момент он стал в Тюмени таким же легендарным, как Юрий Эрвье, Фарман Салманов. Он считает их своими главными учителями. Не менее легендарным является выпускник политехнического института Россихин Юрий Алексеевич. Свою трудовую деятельность он начал с лаборанта-коллектора в системе Ухтинского территориального геологического управления, а трагически завершил её Генеральным директором объединения «Архангельскгеология».

Под его руководством, в сложнейших геологических условиях, на севере Европейской части страны была открыта серия нефтяных месторождений. Под руководством Россихина Ю.А. и его непосредственном участии были созданы крупные надежные базы нефтегазодобычи в Ненецком автономном округе природных алмазов, в Юго-Восточном Беломорье. Стройиндустрия области была обеспечена собственным сырьем. За большой вклад в развитии и освоении минерально-сырьевой базы Европейского севера страны ему присвоены звания «Заслуженный геолог РСФСР», «Заслуженный работник народного хозяйства Коми АССР». Он удостоен знаков «Первооткрыватель месторождения» и «Отличник разведки недр», Орденом «Знак почета». Именем Юрия Россихина названа улица в поселке Искателей и месторождение нефти, открытое в 1993 году в пределах Восточно-Ярейской структуры.

Выпускники политехники успешно вели поиски и освоение месторождений нефти и газа во Вьетнаме, в северном Афганистане, на Кубе и в ряде других стран. Везде они демонстрировали высокий уровень профессионализма и многогранность подготовки.

Подводя итоги сказанному можно однозначно утверждать, шестидесятилетний опыт деятельности выпускников геологов-нефтяников убедительно свидетельствует, что Томская школа геологов-нефтяников в политехническом создана. Основные параметры этой школы – профессионализм, творческий подход к решению задач, стремление к новому, патриотизм.

Литература

1. Васильев Б.Д. К 120-летию лауреата Ленинской премии, профессора М.К. Коровина (1883-1956). – Томск: Известия ТПУ. Изд-во ТПУ, 2002. – Выпуск 8. – Т. 305. – С. 6-9.
2. Усов М.А. К вопросу о нефти в Западно-Сибирском крае. – Томск: Изд-во ЗСГТ, 1936. – № 3. – С. 23-26.

СОВРЕМЕННОЕ НЕДРОПОЛЬЗОВАНИЕ В ЗАПАДНОЙ СИБИРИ: ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ И ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ РИСКИ

Н.П. Запывалов, профессор, академик РАЕН

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Автор благодарит своих Томских аспирантов, уделяющих большое внимание указанным проблемам.

В настоящее время государственный контроль за недропользованием в России осуществляется неэффективно. Многие геологические и экологические проблемы не решаются.

Есть две категории геологических рисков: первая касается геологоразведочных работ, особенно на слабо изученных объектах; вторая связана с разработкой месторождений.

Геологические и экологические риски можно уменьшить «умом и молотком» (*mente et malleo*). Это позволит уберечь природу и недра от катастрофических потрясений, сохранить здоровье и жизни людей во многих регионах, поддерживать стабильный уровень добычи нефти и газа, достойно развивать бизнес.

Геологическое изучение и недропользование в современной России имеет ряд особенностей. По конституции недра и все полезные ископаемые принадлежат государству, т.е. народу. Государство передает в

аренду по лицензионным соглашениям участки (объекты) и содержащиеся в них полезные ископаемые для освоения отдельным лицам или акционерным компаниям, которые называются «Недропользователь».

Современная практика показывает, что государственный (народный) контроль за деятельностью Недропользователя в России осуществляется неэффективно. Помимо взимания налогов, есть много геологических и экологических проблем, которые не решаются.

Геологические риски. Есть две категории рисков. Первая касается геологоразведочных работ, особенно на новых и слабоизученных объектах. Успешность поисково-разведочных работ в мире держится в среднем на уровне 30%. Весь цикл разведочных работ, особенно бурение глубоких скважин, является очень дорогим «удовольствием», поэтому недропользователи пытаются до предела уменьшить эти затраты. Доля затрат на разведку и соответствующие объемы работ почти во всех крупных нефтяных компаниях являются очень низкими. Прогностический (научный) риск также высок в силу использования консервативных концепций и теорий без учета современных представлений о геофлюидодинамических факторах формирования и «жизни» месторождения. Есть и технологические риски в процессе разведки.

Группа разведочных рисков поддается некоторому учету, но часто приводит к «занулению» этих работ. Например, в Томской области компания «Imperial Energy» (Индийская корпорация ONGC) пробурила в 2011 г. 11 неэффективных поисково-оценочных и разведочных скважин с привлечением технологий и специалистов Halliburton и Schlumberger, которые не оправдали ожиданий. Индийская фирма приостановила активные буровые работы для профессионального осмысления всех геолого-геофизических материалов [1]. Кстати, оказалось, что 11 поисково-разведочных скважин («Imperial Energy») – это больше, чем у всех нефтегазовых предприятий на Томских землях, вместе взятых (включая «Роснефть»), за 2011 г. «Мелкие» недропользователи вообще не имеют возможности для проведения разведочных работ инновационного характера. Большое количество объектов в нераспределенном фонде остается невостребованным.

Вторая категория геологических рисков связана с разработкой месторождений.

Хищническая, сверхинтенсивная выработка активных запасов нефти Верх-Тарского месторождения в Новосибирской области – пример беспощадной эксплуатации нефтегазовых месторождений. Реальный график жизни Верх-Тарского месторождения представлен на рис. 1. Как видно из графика, здесь нет «полки» (периода стабильного уровня добычи), а есть только стадии роста и резкого спада уровня добычи. Обводненность добываемой продукции на Верх-Тарском месторождении уже превышает 80%. Это результат применения гидроразрывов и закачки воды.

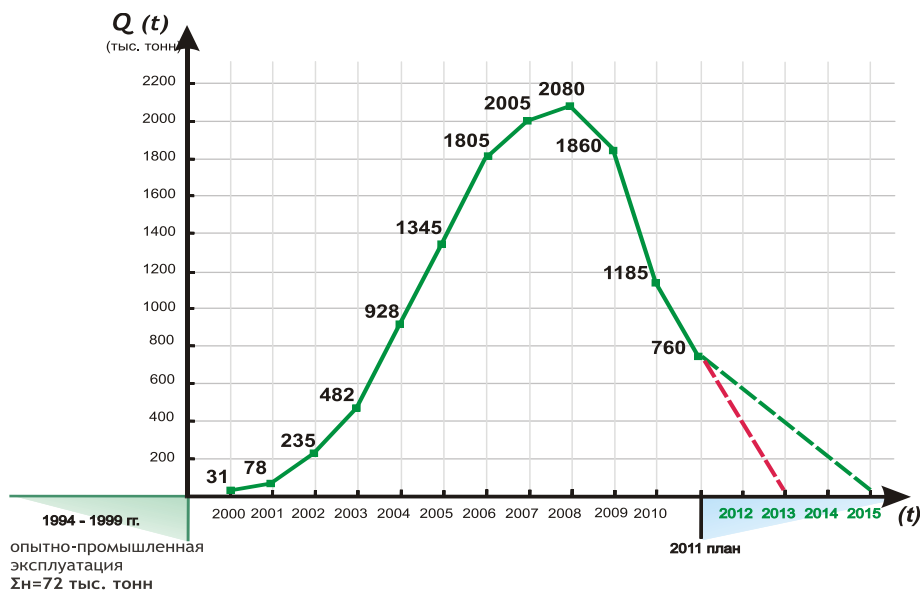


Рис. График жизни Верх-Тарского месторождения

Гидроразрывам подвергаются все вновь пробуренные скважины с самого начала их эксплуатации [2, 3]. В нефтяной пласт Ю₁ с целью поддержания пластового давления закачивается вода в объемах, многократно превышающих добычу нефтяного флюида. В 2010 г. действующий эксплуатационный фонд на месторождении составлял 92 скважины, а действующий нагнетательный фонд – 74 скважины. Средний дебит нефти – 41 т в сутки, а воды в объеме добываемой жидкости – 80 т в сутки, т. е. в два раза больше. В таком режиме система поддержания пластового давления также является разрушительной для нефтенасыщенного пласта.

«Поршневой» принцип вытеснения нефти в пласте не обеспечивает эффективную перколяцию. **Следует иметь в виду, что масштабная закачка «инородной» воды резко и необратимо изменяет минералогический состав продуктивного пласта и соответственно все природные свойства коллектора, то есть происходит активный техногенный метасоматоз с отрицательным эффектом. К сожалению, в Западной Сибири многие месторождения разрабатываются аналогично Верх-Тарскому [3].**

Закритические режимы разработки нефтяных месторождений возмущают геологическую среду и создают многочисленные точки бифуркаций в глубинных недрах и на поверхности, что предопределяет геологические риски.

В процессе такой разработки в пластах образуются многочисленные целики (трудноизвлекаемая нефть) и в результате большие объемы остаточной нефти.

Необходимо учитывать критический флюидодинамический порог возмущения (устойчивости) нефтенасыщенного пласта, равный 5 МПа [4].

Экологические риски.

Экологические риски разнообразны и чрезвычайно опасны.

Рассмотрим несколько примеров.

В Нижневартовском районе Тюменской области разрабатывается большое количество нефтяных месторождений. Самые крупные из них – Самотлорское и Ватинское – введены в эксплуатацию более 40 лет назад. К настоящему времени только по Самотлорскому месторождению суммарное количество добытой из недр **жидкости** составило порядка 12 млрд. тонн, в том числе суммарное количество добытой нефти – 2,6 млрд. тонн. В систему поддержания пластового давления (ППД) закачано около 13 млрд. м³ рабочего агента (подземных, поверхностных и сточных вод) [5]. Общий фонд скважин составляет около 17 тыс. единиц. Такая гигантская техногенная нагрузка (10 скважин на 1 км²) инициирует проявление геодинамических процессов природно-техногенного генезиса, имеющих место в пределах данного и других месторождений, а также оказывает воздействие на почву, поверхностные и подземные воды [5].

На территории Томской области в промышленной разработке находятся более 30 месторождений нефти и газа. Объекты нефтегазодобывающей отрасли являются основными источниками загрязнения ландшафта географической поверхности земли и недр. В зону влияния нефтедобывающей отрасли входит более 1/3 территории области. Наиболее остро экологические риски проявляются в Каргасокском, Парабельском и Александровском районах. Негативное воздействие на недра в процессе разработки месторождения сказывается при бурении большого количества эксплуатационных скважин. Быстро снижается пластовое давление в залежах углеводородов, что вызывает деформацию земной коры и изменения в рельефе. Геодинамические процессы на поверхности проявляются в виде заболачивания и подтопления территории, разрушения промысловых объектов.

Интенсивность проседания земной поверхности над нефтяными и газовыми месторождениями начинает проявляться через 10–20 лет разработки, при резком падении пластового давления в продуктивных пластах-коллекторах.

Нефтегазодобывающее производство способно вызывать глубокие преобразования земной коры на больших глубинах – до 10–12 тыс. м. В процессе нефтегазодобычи осуществляются широкомасштабные и весьма существенные воздействия на пласты (нефтяные, газовые, водоносные и др.). Нагрузка от веса вышележащих пород первоначально поддерживается как за счет напряжений в породном скелете пластов, так и за счёт давления пластового флюида на стенки пор. При снижении пластового давления происходит перераспределение нагрузки – снижается давление на стенки пор и, соответственно, повышаются напряжения в породном скелете пласта. Эти процессы достигают таких широких масштабов, что могут приводить к землетрясениям. Существенное проседание грунта было отмечено на разрабатываемом месторождении Уилмингтон (Калифорния, США). Месторождение было открыто в 1936 году, а уже в 1939 г. жители города Лос-Анджелес почувствовали довольно ощутимые сотрясения поверхности земли. Началось проседание грунта. В 60-е годы разработка этого месторождения была прекращена. Ярким примером проседания почвы является Самотлорское месторождение в Западно-Сибирской нефтегазоносной провинции. Оно разрабатывается с 1969 г. По данным инструментальной съемки, очаговое опускание земной поверхности уже составило 121 мм.

В Северном море, в пределах месторождения Экофиск, после извлечения из его недр 172 млн. т нефти и 112 млрд. м³ газа произошли тектонические подвижки, следствием которых стала деформация стволов скважин и самих морских платформ. Всем известны недавние (первое десятилетие XXI века) природные и техногенные катастрофы в Мексиканском заливе, имеющие глобальные последствия. Здесь 936 месторождений и 4000 морских платформ [6].

Еще раз вернемся к Томской области, где за 50 лет интенсивного развития нефтяной промышленности пробурено свыше 30000 скважин. Почти все поисковые и разведочные скважины давно ликвидированы, а эксплуатационные скважины постепенно выводятся из действующего фонда. Скважины, простоявшие 20–30 лет после ликвидации, представляют опасность загрязнения верхней части геологического разреза. При закачке воды и растворов для поддержания пластового давления и других воздействиях на пласты происходит перераспределение давлений, температур, геохимических параметров, направлений и скорости циркуляции подземных вод.

В последнее время одним из самых распространённых методов интенсификации добычи нефти в России, особенно в Западной Сибири, является гидроразрыв продуктивных пластов (*ГРП*). Помимо увеличения дебита нефти, данная процедура за счет проводимости пласта сильно сказывается на гидродинамической системе недр в целом. Это характеризуется изменением зон разгрузки и перестроением распределения флюидов в пластах, что, безусловно, предопределяет геологические и экологические риски.

Выводы:

1. Система недропользования в России требует серьезных изменений. Необходимо разделить геологию и недропользование: геология обеспечивает воспроизводство запасов (товара), а недропользование – использование этого товара. Геолог – производитель, а недропользователь – потребитель.

2. В настоящее время в России профессиональная геология находится «ниже уровня геоида», а система недропользования обеспечивает только получение максимально возможных прибылей и законную уплату налогов.
3. Геология – дело государственное, а недропользование – дело частно-коммерческое. Надо возродить геологию.
4. Геологические и экологические риски можно предупредить «умом и молотком» (*mente et malleo*). Необходимо разрабатывать новые нефтегеологические парадигмы, методы и технологии.
5. Уменьшить геологические и экологические риски – это означает:
 - уберечь природу и недра земли от катастрофических событий и нежелательных явлений;
 - сохранить здоровье и жизни людей во многих странах и регионах;
 - экономить деньги, поддерживать стабильный уровень добычи нефти и газа и достойно развивать бизнес.

Литература

1. Недрa и ТЭК Сибири. – Томск, 2012. – С. 14-16.
2. История Новосибирской нефти. – Новосибирск: Издательство «Приобские ведомости», 2009. – 144 с.
3. Запывалов Н.П. Новосибирская нефть-2010 как зеркало российской «нефтянки» // Эко: всероссийский экономический журнал. – Новосибирск: Наука, 2010. – №9. – С. 31-49.
4. Запывалов Н.П. Динамика жизни нефтяного месторождения // Увеличение нефтеотдачи – приоритетное направление воспроизводства запасов углеводородного сырья: Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 100-летию со дня рождения академика А.А. Трофимука. – Казань: Фэн, 2011. – С. 218-223.
5. Вашуринa М.В. Изучение пресных подземных вод Вартовского нефтегазоносного района. / Автореферат диссертации на соискание уч. степени к. г.-м. н. // Научный руководитель – чл.-корр. РАН Курчиков А.Р. – Тюмень, 2011. – 18 с.
6. Запывалов Н.П. Нефтегазоносность акваторий мира: Учебное пособие. – Новосибирск: НГУ, 2009. – 260 с.

ПРОГНОЗ ВЫСОКОЕМКИХ ЗОН КОЛЛЕКТОРОВ В ПРОДУКТИВНЫХ ОТЛОЖЕНИЯХ ЯРЕГСКОГО НЕФТЯНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ ТИМАНО-ПЕЧОРСКОЙ ПРОВИНЦИИ

А.Б. Абдиманпова

Научный руководитель профессор В.Н. Устинова

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

В Тимано-Печорской нефтегазоносной провинции, как и во многих других, устанавливается тесная связь нефтегазоносности с системами рифтов, корреляция нефтегазоносного потенциала молодых рифтовых структур с их заложением внутри или унаследовано по отношению к более древним рифт-авлакогенам. В Уральской складчатой зоне (в её основании) картируется система авлакогенов рифея, протягивающихся, как вдоль западной, так и вдоль восточной части Урала с мощными осадками рифея и венда. Основание рифт-авлакогенов (рифенд) зачастую представлено сиалическими раннеархейскими комплексами [2]. Сиалические образования часто перекрыты базальтоидами. Мощность рифейских образований (Δh) в авлакогенах значительна, на отдельных участках достигает 10–11 (до 14–16) км. Зональное увеличение мощности (Δh) связывается с формированием их в условиях активной континентальной окраины. Отложения в рифт-авлакогенах подверглись предпалеозойской складчатости, зеленосланцевому метаморфизму, орогенная фаза завершилась гранитоидным магматизмом в позднем венде.

В дорифейском комплексе предположительно преобладают карелиды. Дорифейские блоки являются фрагментами древних кратонов (образовавшихся путём аккреционно-коллизийного наращивания более древних «изолированных континентальных островов» по В.А. Глебовицкому). Рифейский тафрогенный режим осадконакопления завершился формированием коллизионных орогенов и аккреционных орогенов. Коллизионный характер орогенеза подтверждается особенностями расположения байкалитид, протягивающихся из района Тимано-Печорской области по территории Западно-Сибирской плиты (ЗСП) до её южного обрамления. Рифейские слюдяные сланцы, гнейсы, гранито-гнейсы вскрыты скважинами на северо-западе и в западной части исследованной территории. На рифейские отложения дискордантно наложены байкальские и каледонско-герцинские складчатые системы. Мощность рифейских отложений в Приуральской зоне ЗСП составляет 3–14 км. Рифейские комплексы имеют значительное погружение (до 16 км). Синклинории фундамента Приуральской зоны соответствуют древним рифейским депрессиям. Наиболее продуктивные отложения чехла пространственно увязываются как с зонами повышенных мощностей Δh рифейских отложений, так и высоких градиентов $\Delta N(x,y)$ прогибания (в краевых частях рифейских впадин). Глубинное строение и пространственное положение рифейских комплексов Уральского орогена и в структурах обрамления отражено на профилях ГСЗ, которые позволяют изучать изменчивость мощностей рифейских и др. комплексов, особенности латеральной компенсации формирования обширных впадин горообразовательными процессами.

Рифейский комплекс отложений претерпел некоторые изменения в ходе байкальской складчатости. Рифейские авлакогены отмечаются высокими горизонтальными градиентами потенциального поля (существенно в краевых частях авлакогенов). Рифейские авлакогены, формировавшиеся как внутриплитные депрессии, состоят

из множества мелких трогов, объединяющихся в достаточно протяжённый пояс. Особенности залегания и фациальный состав осадков позволили уточнить условия их формирования: в пределах «краевых депрессий пассивной континентальной окраины» отложения рифея претерпели изменения в условиях раннекембрийского и кембрий-ордовикского орогенеза, наложенных деструктивно на рифей-вендские комплексы, и последующие изменения во время каледонско-герцинского осадконакопления и орогенеза.

Тимано-Печорская нефтегазоносная провинция (ТПНП) расположена в пределах Коми АССР и Ненецкого автономного округа Архангельской области. Включает Хорейвер-Мореюскую, Ижма-Печорскую, Печоро-Колвинскую, Северно-Предуральскую нефтегазоносные области и Ухта-Ижемский нефтегазоносный район. Крупные месторождения этой территории: Ярегское, Пашнинское, Лаявожское, Усинское, Вуктыльское, Верхнеомринское, Интинское, Южно-Шапкинское, Харьягинское, Варандейское. В тектоническом отношении ТПНП приурочена к северо-восточной части Восточно-Европейской платформы и, расположенным к востоку от неё, Предуральскому и Предпайхойскому краевым прогибам. Провинция на западе и юго-западе ограничена поднятиями Тимана, на востоке и северо-востоке Уралом и Пай-Хоем, на севере открывается в Баренцево море. В платформенной части провинции опоскованы и характеризуются как нефтегазоносные следующие структуры: Ижма-Печорская и Хорейверская впадины, Печоро-Колвинский авлакоген, Варандей-Адзвинская структурная зона и Восточно-Тиманский мегавал; в области наиболее нефтегазоперспективных передовых прогибов: Верхнепечорская, Большесынинская, Косью-Роговская, Кортаихинская впадины, передовые складки западного склона Урала. Верхнепротерозойский фундамент перекрыт осадочными комплексами палеозойских и мезозойских отложений с максимальной мощностью от нескольких сотен метров (Тиман) до 6–8 км (платформенные прогибы) и до 10–12 км (Предуральский прогиб).

Сложная структура замещения, выклинивания, вертикального сочетания разновозрастных комплексов породила широкий спектр нефтегазоносности. Установлено восемь нефтегазоносных комплексов. Нефтегазовый потенциал их, кроме региональной приуроченности к рифейским авлакогенам, определяется мощностью осадков чехла, близостью рифтовых структур разной генерации и мощностью рифтогенных комплексов. Нефтегазоносные комплексы представлены: терригенным красноватом вендско-ордовикским (мощность свыше 1 км), карбонатным силурийско-нижнедевонским (до 2 км), терригенным среднедевонско-нижнефранкским (свыше 2 км), карбонатным верхнедевонским (2 км), терригенным нижнекаменноугольным (до 0,8 км), карбонатным верхневизейско-нижнепермским (1,2 км), терригенно-карбонатно-галогенным нижневерхнепермским (0,1–2,5 км), терригенным триасовым (до 1,7 км). Максимальное число залежей (82) при возрастном ранжировании устанавливается в среднедевонско-нижнефранкском комплексе. Залежи углеводородов (УВ) преимущественно сводовые (пластовые или массивные), часто с литологическим или стратиграфическим экранированием, реже тектонически экранированные. В южной части Ижма-Печорской впадины, на Колвинском мегавале, в Хорейверской впадине и в пределах Варандейского вала при некотором сокращении мощностей осадочных комплексов выявлены существенно нефтяные месторождения; в Верхнепечорской впадине Предуральского прогиба, при существенном возрастании мощностей продуктивных и нефтематеринских комплексов, залежи УВ преимущественно газовые и газоконденсатные. Нефти на месторождениях в основном метанафтенового состава, парафинистые (2–5%), реже высокопарафинистые (6–23,4%), редко малопарафинистые (2%). Содержание серы 0,1–3%. Высокосернистые нефти выявлены в карбонатных отложениях силура, верхнего девона, карбона, нижней перми и триаса на месторождениях вала Сорокина. Плотность нефтей 807–981 кг/м³. Свободные газы зачастую метановые, из неуглеводородных компонентов, они содержат N₂ и CO₂. Некоторые попутные газы углеводородно-азотного состава. Конденсат плотностью 672–790 кг/м³ содержится во многих газовых залежах в количествах 10–415 г/м³.

Ярегское месторождение нефти одно из наиболее крупных месторождений ТПНП. Центр добычи посёлок Ярега. Месторождение приурочено к широкой пологой асимметричной антиклинальной складке в северо-западной части Ухта-Ижемского вала на северо-восточном склоне Тиманской антеклизы. В присводовой части антиклинали картируются Ярегское, Южно-Ярегское, Лыаельское и Вежавожское локальные поднятия. Промышленно нефтеносны отложения верхнего и среднего девона. Коллекторы трещинно-порового типа представлены кварцевыми песчаниками (мощность 26 м) с пористостью 26%, проницаемостью 3,17 Д.

Основная залежь УВ месторождения – пластовая сводовая – залегает на глубине 140–200 м, осложнена многочисленными дизъюнктивными нарушениями, которыми разбита на малые блоки. Пористость и проницаемость пород повышаются в трещинных зонах третьего и четвёртого порядка (порядок трещинных зон по С.С. Шульцу). ВНК этой залежи находится в интервале от -55 до -65 м. Пластовая температура на глубине залежи 6–8 °С, начальное пластовое давление 1,4 МПа. Нефть Ярегской залежи ароматическо-нафтенового типа с плотностью флюида 945 кг/м³, содержит серы около 1% и парафина около 0,5%. Опытная эксплуатация месторождения ведётся с 1935 года. До 1945 года месторождение разрабатывалось скважинным методом по треугольной сетке с расстоянием между скважинами 75–100 м. На месторождении до 1946 года было добыто 38,5 тысяч т нефти, при нефтеотдаче не более 3%. Уже в 1939 году началась пробная разработка месторождения шахтным способом (3 шахты).



Рис. Шахтный комплекс Ярегского месторождения

Из рабочей галереи в надпластовом горизонте, расположенном на 20–30 м выше кровли продуктивного пласта, разбуривали залежь по плотной сетке скважин через 15–25 м. С 1954 года отработка шахтных полей ведётся по уклонно-скважинной системе из рабочей галереи внутри продуктивного пласта. Длина скважин 40–280 м, расстояние между забоями 15–20 м. К 1972 году на месторождении добыто 7,4 млн. т нефти, при нефтеотдаче порядка 5%. С 1972 на месторождении начата термощахтная эксплуатация с закачкой в продуктивный пласт теплоносителя через нагнетательные скважины, пробуренные из надпластовой галереи. Отбор нефти производится из эксплуатационных скважин рабочей галереи продуктивного пласта. Важным вопросом остаётся оценка оптимального соотношения нагнетательных и эксплуатационных скважин. По рекомендациям авторов для нагнетания должны использоваться скважины, забуренные вблизи трещинных зон третьего и четвертого порядков.

Литература

1. Берзин Р.Г., Аккуратова Л.Л., Керимова И.К. Предварительные результаты анализа геолого-геофизических данных по международному геотраверсу «Уралсейс-95». // *Геофизика*, 2000. – № 6. – С. 25-29.
2. Маслов А.В. Осадочные комплексы в разрезах рифтогенных структур. – Екатеринбург: Изд-во ИГГ УрО РАН, 1994. – 163 с.
3. Нечеухин В.М. Геодинамические обстановки седиментогенеза и структурное положение осадочных комплексов в межплитных и внутриплитных орогенах // *Осадочные бассейны Урала и прилегающих регионов*. – Екатеринбург: Изд-во ИГиГ УрО РАН, 2000. – С. 159-162.
4. Пучков В.Н. Палеогеодинамика Южного и Северного Урала. – Уфа: Даурья, 2000. – 145 с.
5. Сурков В.С. Строение грабен-рифтов и нефтегазоносность Западно-Сибирской низменности // *Рифтогенез и нефтегазоносность*. – М.: Наука, 1993. – С. 77-84.
6. Устинова В.Н., Устинова И.Г. Некоторые особенности строения фундамента Западно-Сибирской плиты в связи с нефтегазоносностью. // *Вестник ТГУ*. – Томск, 2003. – № 3 (II). – С. 371–373.

ПРИОРИТЕТНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ГЕОЛОГОРАЗВЕДОЧНЫХ РАБОТ НА НЕФТЬ И ГАЗ В СИЛУРИЙСКИХ ОТЛОЖЕНИЯХ ВЕРХНЕПЕЧОРСКОЙ ВПАДИНЫ

М.А. Андриянова

Научный руководитель профессор В.И. Пороскун

Всероссийский научно-исследовательский геологический нефтяной институт г. Москва, Россия

В последние годы остро встала проблема наращивания сырьевой базы Российской Федерации, и не последнее место в направлениях геологоразведочных работ занимает исследование слабо изученных районов в пределах старых нефтегазодобывающих провинций. Одним из таких районов в Тимано-Печорской провинции является Верхнепечорская впадина. Наиболее изученными являются отложения верхней части разреза, в то время как нижний ордовикско-нижнедевонский комплекс охарактеризован лишь единичными скважинами. Силурийские отложения высокоперспективны, но их слабая геологическая изученность обуславливает высокие риски при проведении геологоразведочных работ на нефть и газ. В Тимано-Печорской провинции в пределах Хорейверской впадины в силурийских отложениях открыты крупные месторождения углеводородов: им. Р. Требса, Верхневозейское, Баганское и ряд других.

В северной части Верхнепечорской впадины силурийские отложения вскрыты 6 поисковыми скважинами: Новой-1, Диньюской-1, Белой-3, Еджидельской-1, Западно-Вуктыльской-1 и Западно-Дутовской-1 (рис. 1).

Отложения силура представлены нижним и верхним отделами, сложены карбонатными породами трансгрессивно-регрессивного цикла. Силурийские породы согласно залегают на верхнеордовикских, мощность их меняется от 540 м на северо-западе до 727 м на юго-востоке. Отложения входят в состав верхнеордовикско-нижнедевонского преимущественно карбонатного нефтегазоносного комплекса, который формировался в эпоху

стабильного тектонического развития региона [2]. В карбонатном разрезе силура к относительно обогащенным органическим веществом трансгрессивным горизонтам можно отнести низы лландоверийского яруса нижнего отдела силурийской системы, к относительно обогащенным регрессивным горизонтам – венлокский ярус нижнего отдела и верхний отдел [1].

Коллекторские толщи приурочены к джагалскому, филлиповскому, седельскому и гребенскому горизонтам. По данным ГИС в скважинах Новая-1, Западно-Вуктыльская-1, Западно-Дутовская-1 и Еджидельская-1 выделены коллекторы (граничное значение по пористости для карбонатного разреза было принято 6%). Доля коллекторов в силурийском разрезе увеличивается с юга на север от 3% для скважины Западно-Вуктыльская-1 до 17% для скважины Новая-1. Изменение толщины пород-коллекторов можно объяснить различным масштабом воздействия предсреднедевонского размыва. Северная территория Верхнепечорской впадины испытала более интенсивный подъем, по сравнению с южной, значительно большая часть силурийских отложений была выведена на дневную поверхность и размыва, что привело к вторичным изменениям пород и улучшило их коллекторские свойства.

Основные перспективы силурийских отложений связаны с Хорейверской впадиной и Варандей-Адзвинской нефтегазоносными областями, в которых в силурийский период господствовали мелководно-морские обстановки осадконакопления, как и в Верхнепечорской впадине.

Автором была проведена корреляция скважин Новая-1, расположенных в пределах Верхнепечорской впадины, и Верхневозейской-210 – в пределах Хорейверской впадины.

Сопоставление показало, что циклы осадконакопления в силурийский период для двух впадин практически одинаковы. Данные по полностью охарактеризованной керном продуктивной скважине Верхневозейская-210 позволили выделить отложения биогермного генезиса в разрезе силурийских отложений [3]. Схожие условия осадконакопления позволяют предполагать наличие биостромовых, биогермных и рифовых тел и на территории Верхнепечорской впадины. Это подтверждается сейсмическими данными. На региональном сейсмическом профиле 21-РС (рис. 2) наблюдаются характерные сейсмические аномалии типа «риф», характеризующиеся плоской подошвой, выпуклой кровлей и потерей корреляции в пределах аномалии.



Рис. 1. Обзорная карта района исследования

В девонский период отмечаются два масштабных тектонических события: в предсреднедевонское время и предфранское. Как отражение этих событий часть отложений была выведена на дневную поверхность и эродирована. В среднедевонское время были эродированы нижнедевонские и силурийские отложения, а в результате предфранской эрозии – часть среднедевонских и силурийских отложений. В связи с этим можно рассматривать возможность наличия ловушек комбинированного типа: тектонически и стратиграфически экранированных. Залежи такого типа были выявлены на месторождениях им. Р. Требса и Верхневозейском.

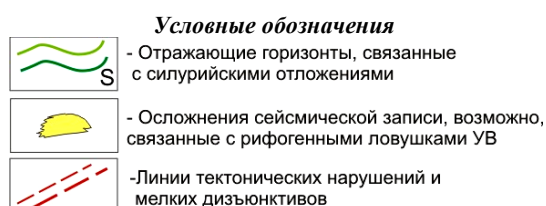
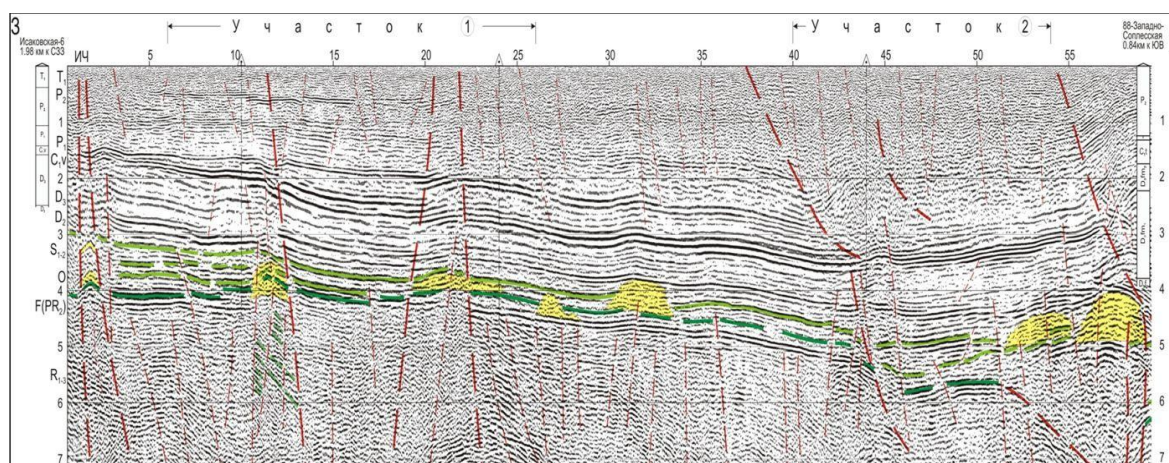


Рис. 2. Часть регионального сейсмопрофиля 21-РС, проходящего через Верхнепечорскую впадину (по данным ФГУП ВНИИГЕОФИЗИКА и ОП «Спецгеофизика»)

Важным фактором формирования этих месторождений являлось образование Большеземельского свода: нижне-среднедевонские и частично силурийские отложения были выведены на дневную поверхность и размыты, а впоследствии перекрыты тимано-саргаевской глинистой толщей. Аналогичным образом развивалась и Верхнепечорская впадина. В конце среднего девона обособилось поднятие в районе Вуктыльского месторождения, наблюдаемое на сейсмических профилях, и часть среднедевонских отложений была размыта.

Тимано-саргаевской покрывшей стали перекрываться верхи среднедевонских отложений небольшой мощности и силурийская толща, которая, в свою очередь, подверглась воздействию гипергенных процессов в предсреднедевонское время.

Таким образом, комплексная интерпертация сейсмических и скважинных данных позволяет выделить в силурийских отложениях северной части Верхнепечорской впадины два приоритетных направления геологоразведочных работ:

- поиски залежей, связанных с рифогенными ловушками, распространенными на западном борту Верхнепечорской впадины
- поиски залежей, связанных с комбинированными ловушками (тектонически и стратиграфически экранированными), распространенными в районе Вуктыльского палеоподнятия.

Литература

1. Баженова Т.К., Шиманский В.К., Васильева В.Ф., Шапиро А.И., Яковлева Л.А., Климова Л.И. Органическая геохимия Тимано-Печорского бассейна. – СПб.: ВНИГРИ, 2008. – 164 с.
2. Природные резервуары нефтегазоносных комплексов Тимано-Печорской провинции / Теплов Е.Л., Костыгова П.К., Ларионова З.В. и др. – СПб.: ООО «Реноме», 2011. – 286 с.
3. Танинская Н.В. Седиментологические критерии прогноза коллекторов в среднеордовикско-нижнедевонских отложениях Тимано-Печорской провинции. // Нефтегазовая геология. Теория и практика, 2010. – №4

ВЫДЕЛЕНИЕ ПЕРСПЕКТИВНЫХ СТРУКТУР ШЕШМИНСКОГО ГОРИЗОНТА С ЦЕЛЬЮ ВОСПРОИЗВОДСТВА СЫРЬЕВОЙ БАЗЫ СВЕРХВЯЗКОЙ НЕФТИ В РЕСПУБЛИКЕ ТАТАРСТАН

А.З. Ахметшин¹

Научный руководитель профессор Р.Х. Муслимов²

¹Татарское геологоразведочное управление ОАО «Татнефть», г. Казань, Россия

²Казанский (Приволжский) Федеральный университет, г. Казань, Россия

В последнее время все более актуальной становится проблема вовлечения в промышленную разработку тяжелого углеводородного сырья (ТУВС) пермской системы, которое по мере истощения нормальной нефти может стать одним из основных источников получения углеводородов. Это особенно актуально для «старых»

нефтедобывающих регионов, к которым, в частности, относятся нефтяные промыслы ОАО «Татнефть». Поэтому приращение сырьевой базы ТУВС в РТ является весьма приоритетной задачей.

Одним из основных источников восполнения ресурсов углеводородного сырья в Татарстане считаются сверхвязкие нефти (СВН) пермской системы. СВН – нетрадиционное комплексное топливно-энергетическое и химическое сырье с первичной углеводородной основой. С учётом двух основных показателей качества нефти – плотности и вязкости, к СВН относится сырьё с плотностью более 900 кг/м³ и вязкостью более 200 мПа*с (при плотности более 1000 кг/м³ вязкость до 50 000 мПа*с) [1].

В настоящее время основной источник приращения сырьевой базы СВН в РТ – песчаная пачка шешминского горизонта уфимского яруса, развитая в пределах западного склона Южно-Татарского свода. Согласно [2], песчаная пачка отнесена к низам казанского яруса (бугульминская толща немдинского горизонта). В практике нефтепоисковых работ, геологической литературе и документации ОАО «Татнефть» вместо бугульминской толщи прочно закреплено название «песчаной пачки шешминского горизонта уфимского яруса». В связи с этим во избежание путаницы, придерживаемся традиционно сложившейся у геологов ОАО «Татнефть» схемы.

Песчаная пачка образует брахиантиклинальные поднятия, объединённые в структурные зоны (гряды) повышенных толщин песков и песчаников седиментационного генезиса, которые одни исследователи относят к пляжным образованиям (палеобарам), другие – к дельтовым скоплениям.

Для расширения сырьевой базы СВН необходимы выявление новых перспективных структур и оценка ресурсов сосредоточенной в их пределах нефти, что и стало целью работ, проводимых в Татарском геологоразведочном управлении (ТГРУ). Устанавливаются перспективные структуры шешминского горизонта в пределах Ашалчинского минерально-сырьевого кластера, который в перспективе будет представлять собой технологически связанные объекты добычи СВН, межпромышленной транспортировки, подготовки, учета и отгрузки товарной продукции.

Последовательность и характер работ по выделению новых перспективных структур шешминского горизонта и оценке ресурсов СВН категории С₃ следующие:

- установление скважин с нефтепроявлениями в керне из шешминских отложений;
- оценка интервалов и интенсивности нефтепроявлений в керне скважин с выделением продуктивных слоев;
- интерпретация результатов геофизических исследований скважин, в которых не было отбора керна, и выделение продуктивных слоев;
- обработка фондовых материалов по результатам аналитических исследований керна структурных скважин и уточнение интервалов залегания продуктивных слоев;
- выделение перспективных структур и уточнение их геологического строения;
- оконтуривание залежей СВН;
- оценка ресурсов СВН категории С₃ в рамках перспективных структур.

На первом этапе первостепенный интерес представляют скважины, которыми пройдены средне- и интенсивно нефтенасыщенные слои песчаников суммарной мощностью более 1 м. Скважины со слабым нефтенасыщением коллекторов учитываются отдельно. Оценивается территориальное положение выявленных скважин и устанавливается, не входят ли эти скважины в уже известные залежи.

Интервалы и интенсивность нефтенасыщенности устанавливаются по базе данных (БД) нефтепроявлений в керне структурных скважин, сформированной в ТГРУ. В довольно редких для малоизученных территорий случаях, когда керн анализировался в лабораториях, отмеченные параметры уточняются с использованием БД аналитических исследований керна, составленной в Казанском государственном университете. Это дает возможность более точно дифференцировать разрез по степени нефтенасыщенности. В качестве примера сравниваются результаты определения степени нефтенасыщенности по описанию керна и результатам анализа керна двух скважин (№№ 691 и 12658). Так, в скв. 691 Шегурчинской площади эффективная нефтенасыщенная толщина по описанию керна составляет 7 м, а по результатам анализа – 6,2 м. При этом, по данным лаборатории весь проанализированный интервал представлен коллекторами, интенсивно пропитанными нефтью (более 7,5% масс.), тогда как по описанию керна толщина этих коллекторов составляет 3 м.

По скв. 12658 проводились анализы образцов керна, отобранных лишь в интервале глубин 196–203,7 м. По результатам анализов, эффективная нефтенасыщенная толщина песчаной пачки в этом интервале глубин уменьшилась с 7,7 м (по описанию керна) до 1,5 м. При этом интенсивно нефтенасыщенный слой в интервале 198–199 м, выделенный по описанию керна, оказался слабо нефтенасыщенным (менее 4% масс.).

Таким образом, результаты аналитических исследований в одних случаях подтверждают степень интенсивности насыщения нефтью коллекторов, установленную по описанию керна, в других случаях повышают или понижают эту степень.

По скважинам, пробуренным в районе расположения перспективных структур, в которых не производился отбор керна из шешминских отложений, проводилась интерпретация геофизических исследований с целью выделения продуктивных слоев.

Для выделения перспективных структур в районе расположения структурных скважин с нефтепроявлениями в керне изучаются имеющиеся структурные карты по кровле уфимского яруса и карты изопахит песчаной пачки. Карты изопахит, как основные при выделении шешминских структур седиментационного генезиса, уточняются путём переинтерпретации каротажных диаграмм. Контур поднятия обычно проводится по изопахите песчаной пачки 5 м при амплитуде структуры не менее 5 м. С учетом скважин с

нефтепроявлениями, пробуренных в пределах выделенных структур, определяются контуры залежей СВН. При этом использование проецирования на карту точек пересечения водонефтяного контакта (ВНК) с крыльями структур, как в случае нормальной нефти, для СВН неприемлемо. Известно, что ВНК в шешминских залежах находится не на одном уровне. Разность абсолютных отметок ВНК залежи СВН может достигать 20 м. Внешний контур залежи СВН в выделенных перспективных структурах проводится между скважинами с нефтепроявлениями в керне и скважинами, где нефть в керне не установлена. При этом граница залежи, если она не проведена по установленной нефтенасыщенности в керне, находится в пределах изопахиты песчаной пачки со значением 5 м.

Хорошая изученность перспективных структур позволила провести оценку ресурсов приуроченной к ним нефти объемным методом, а не менее точным методом аналогий. К полученным при этом значениям ресурсов применены поправочные понижающие коэффициенты.

$$Q = V * m * k_n * \gamma * k_{\text{п}},$$

где Q – ресурсы нефти, тыс. т;

V – объем залежи, тыс. м³;

m – коэффициент открытой пористости, доли ед.;

k_n – коэффициент объемной нефтенасыщенности, доли ед.;

γ – плотность нефти, т/м³;

$k_{\text{п}}$ – поправочный понижающий коэффициент.

При выполнении вышеперечисленного комплекса работ уточняется геологическое строение перспективных структур. В частности, детализируются особенности их морфологии и структурной позиции.

Поясняется это на примере Ново-Руцской структуры.

В поперечном разрезе этой структуры вдоль профиля, проходящего ближе к центральной части поднятия, форма песчаного тела куполообразная с небольшим выступом его основания в сторону вершины купола. В поперечном разрезе вдоль другого профиля, проходящего вблизи северо-западного окончания структуры, форма песчаного тела линзообразная с небольшим углублением его подошвы в горные породы нижележащей песчано-глинистой пачки. Подошва Ново-Руцкого поднятия наклонена в юго-западном направлении, при этом северо-восточное замыкание структуры превышает юго-западное на 14–19 м.

Установлено также, что Ново-Руцское поднятие входит в состав крупного вала, названного нами Кармалинским. Он оконтуривается пятиметровой изопахитой песчаной пачки. Кармалинский вал простирается с юго-востока на северо-запад на расстояние 24 км, ширина его колеблется от 1 до 3,5 км. Ново-Руцское поднятие занимает крайнюю северо-западную часть вала. Максимальные значения толщин песчаной пачки для отдельных структур Кармалинского вала изменяются в пределах от 21 (скв. 12658, Руцское поднятие) до 40 м (скв. 393, 502 Нижне-Кармальское поднятие). В целом же наблюдается тенденция уменьшения толщины песчаной пачки в северо-западном направлении. Помимо Ново-Руцкого поднятия в состав Кармалинского вала входят Нижне-Кармальская, Афонькинская и Лагерная структуры. Сам же вал представляет собой часть протяжённой Нижнекармальской гряды, выделенной предыдущими исследованиями.

Кармалинский вал по сути контролирует единую залежь СВН в песчаной пачке. Ранее она изучалась частями, по отдельным поднятиям и поэтому оказалась разбитой на 4 залежи. Наличие единой залежи подтверждается нефтепроявлениями в керне скважин, пробуренных между оконтуренными залежами СВН.

В поперечном разрезе ряд оконтуренных структур напоминают большей частью двояковыпуклые линзы, «вложенные» в песчано-глинистую пачку шешминского горизонта. Максимальные толщины данных песчаных тел составляют 14–15 м. в продольном сечении выделенные структуры песчаной пачки размещены над поднятиями песчано-глинистой пачки с небольшим смещением куполов первых из них в северо-западном направлении. С учетом отмеченных особенностей структур песчаной пачки можно предположить, что формирование их происходило в русле палеореки.

Литература

1. Хисамов Р.С., Шаргородский И.Е., Гатиятуллин Н.С.. Нефтебитумоносность пермских отложений Южно-Татарского свода и Мелекесской впадины. – Казань: Изд-во «Фэн» Академии наук РТ, 2009. – 431 с.
2. Легенда Средневолжской серии листов Государственной геологической карты Российской Федерации масштаба 1:200 000 (издание второе). Объяснительная записка. Главный редактор: Кириков В.П. – Нижний Новгород, 2005.

СТРОЕНИЕ И СОСТАВ ПРОДУКТИВНЫХ ПЛАСТОВ ГОРИЗОНТА Ю₁ НА БОЛТНОМ НЕФТЯНОМ МЕСТОРОЖДЕНИИ (ТОМСКАЯ ОБЛАСТЬ)

А.М. Баркалова, О.М. Присяжнюк

Научный руководитель доцент Н.М. Недоливко

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Болтное нефтяное месторождение находится в юго-западной части Парабельского района Томской области на территории Сомовского лицензионного участка на расстоянии до областного центра г. Томска – 331 км. Месторождение открыто в 1997 году по результатам бурения и испытания поисковой скважины № 1, разрабатывается с 1998 г. В нефтегазоносном отношении, Болтное нефтяное месторождение относится к Межевско-Калгачскому нефтегазоносному району, который входит в Васюганскую нефтегазоносную область. В

геологическом строении месторождения принимают участие образования палеозойского фундамента (диабазы черного цвета пермо-триасового возраста) и несогласно перекрывающие его терригенно-осадочные отложения мезозойско-кайнозойского платформенного чехла. В тектоническом отношении Болтная структура расположена в юго-восточной части Нюрольской мегавпадины (отрицательной структуры I порядка) на юго-западном склоне Калгачского мезовыступа (положительной структуры II порядка). На востоке граничит с Олимпийским куполовидным поднятием – положительной структурой III порядка.

Объекты исследования – пласты Ю₁² и Ю₁¹ и Ю₁⁰ продуктивного нефтегазоносного горизонта Ю₁ – выделены в составе верхней подсвиты васоганской свиты позднеюрского (оксфордского) возраста. Они достаточно хорошо выделяются в разрезах, подстилаются и перекрываются регионально выдержанными реперами: в подошве – угольным пластом У₁, в кровле – глинистыми отложениями георгиевской и баженовской свит. Между собой пласты Ю₁¹ и Ю₁⁰ отделены углем У₀, а пласты Ю₁² и Ю₁¹ – глинистым пропластком. В пределах месторождения продуктивные пласты Ю₁¹ и Ю₁² выдержаны по толщине, отмечается их хорошая корреляция в разрезе при расстояниях между скважинами более трех километров.

Керном разрез охарактеризован в трех скважинах: 1, 2 и 3. Согласно керновым данным по скважине 3, отложения представлены песчаниками и алевролитами с прослоями глинистых пород.

Пласт Ю₁² сложен среднезернистыми однородными песчаниками, с тонкой пологоволнистой, косою сплошной и прерывистой слоистостью, за счет глинистых прослоев участками размытой и содержащей включения внутриформационных глинистых галек.

Пласт Ю₁¹ представлен мелкозернистыми буровато-серыми крепко сцементированными песчаниками, в кровле замещенными алевролитами и глинистыми породами и перекрытыми углем. Слоистость в них полого-наклонная параллельная до полого-волнистой непараллельной, изредка косоволнистая со срезанием слоев. В породах отмечаются редкие включения пирита, деформационно-биотурбированные текстуры, ходы типа *Skolithos* и *Palaeophicus* и мелкие норки типа *Chondrites*, они часто содержат тонко распыленный растительный детрит плохой сохранности.

Наличие следов биотурбации свидетельствует о морских условиях осадконакопления и достаточно хорошей прогреваемости дна, что обеспечивается приуроченностью осадконакопления в прибрежной полосе мелководно-морского бассейна.

Состав песчаников пластов Ю₁¹ и Ю₁² граувакково-аркозовый. К породообразующим компонентам в них относятся кварц, полевые шпаты: плагиоклазы (альбит) и калиевый полевой шпат (ортоклаз и микроклин), обломки кремнистых пород, сланцев и эффузивов среднего состава; к второстепенным – слюды: биотит и мусковит, иногда хлорит; к аксессуарным – циркон. Обломки сцементированы поровым гидрослюдисто-каолинитовым, реже карбонатным (кальцит и сидерит) и пиритовым цементом.

Коллекторы гранулярного типа, поровое пространство в них представлено межзерновыми, внутризерновыми порами и микропорами в каолинитовом цементе. В шлифах отмечаются признаки нефтенасыщения. Нефтенасыщенные песчаники обладают хорошими коллекторскими свойствами: в пласте Ю₁² пористость пород до 15,5 %, проницаемость – до 13,3*10⁻³ мкм²; в пласте Ю₁¹ – пористость 16,1 %, проницаемость – 30,5*10⁻³ мкм².

ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ И ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ ГОРИЗОНТА Ю₁ НА ЗАПАДНО-ОСТАНИНСКОМ НЕФТЕГАЗОКОНДЕНСАТНОМ МЕСТОРОЖДЕНИИ

С.Х. Бешлеев

Научный руководитель доцент Н.М. Неволишко

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

В работе изучалось Западно-Останинское нефтегазоконденсатное месторождение, расположенное в зоне сочленения двух крупных структур первого порядка: Нюрольской впадины и Пудинского мегавала.

Объектом исследования послужил горизонт Ю₁ юрского нефтегазоносного комплекса, состоящий из циклитов с индексами Ю₁⁴, Ю₁³, Ю₁² и Ю₁¹ и пласта Ю₀, расположенного в основании георгиевской свиты. Актуальность исследований связана с продуктивностью горизонта, его сложным геологическим строением, латеральной и вертикальной литологической и фациальной изменчивостью отложений и сложностью поисков залежей, связанных с литологическим замещением пород.

Целью работы явилось изучение геологического строения месторождения, выявление условий осадконакопления, благоприятных для формирования песчаных коллекторов, установление пространственных закономерностей размещения коллекторов различного типа.

В задачи исследования входили: выбор методов исследований, обоснование целесообразности их применения, построение схемы корреляции разрезов скважин, построение карт мощностей, песчаности, распространения коллекторов циклитов горизонта Ю₁, а также фациальных карт.

Для решения поставленных задач применялись комплексные исследования геофизических материалов и керн скважин, позволяющие анализировать строение горизонта; выделять в его составе реперы, производить расчленение и корреляцию разрезов, проследить за характером изменения отложений во времени и пространстве, устанавливать фациальную принадлежность пород, выявлять особенности пространственной локализации песчаных тел, прогнозировать размещение и характеризовать качество коллекторов.

Для диагностики фациальных обстановок и выделения класса коллекторов использовалась методика применения электрокаротажного материала скважин для выделения фаций, картирования и локального

прогнозирования литологических ловушек УВ, разработанная и опробованная на нефтяных месторождениях В.С. Муромцевым [3]. Также применялась классификация терригенных коллекторов, разработанная А.А. Ханиным [4], основанная на зависимости между величинами эффективной пористости и проницаемости для определенных типов коллекторов. В пределах Западно-Останинского месторождения по $a_{\text{цс}}$ было выделено три типа коллектора (А, Б, В) и участки непроницаемых коллекторов. По значениям емкостно-фильтрационных свойств коллекторы классов А, Б, В отвечают коллекторам классов I-III, III-IV, IV-V, по А.А. Ханину [4].

В строении васюганской свиты снизу вверх по разрезу выделены региональные (глины нижневасюганской и георгиевской свит, аргиллиты баженовской свиты) и локальные (угольные пласты) реперы, разделяющие горизонт Ю₁ на 4 циклита, проиндексированных как Ю₁⁴, Ю₁³, Ю₁², Ю₁¹. В свою очередь, циклит Ю₁³ разделен на 3 части: нижнюю – Ю₁^{3н}, среднюю – Ю₁^{3с}, верхнюю – Ю₁^{3в}. Циклиты Ю₁⁴ и Ю₁^{3н} объединены в подугольную толщу, Ю₁^{3с} и Ю₁^{3в} – в междуугольную, Ю₁² и Ю₁¹ – в надугольную [1, 2].

Циклит Ю₁⁴ охватывает толщу преимущественно песчаных пород от кровли нижневасюганской подсвиты до угольного пласта У₁^г. С нижней частью циклита связано развитие алевритовых пород, вверх по разрезу алевролиты постепенно сменяются мощным песчаным пластом. Мощности отложений циклита меняются от 10,3 м до 22,4 м. Накопление осадков циклита Ю₁⁴ осуществлялось в условиях регрессивно-морского режима и связано с двумя фациями: фацией песчаных и алевритовых осадков вдольбереговых регрессивных баров (ВБР) и фацией глинистых осадков забаровых лагун (ЛГ).

В группе отложений ВБР выделено три литотипа: ВБР-1 – песчаники центральных частей вдольбереговых регрессивных баров; ВБР-2 – песчаники с подчиненными прослоями алевролитов склоновых участков вдольбереговых регрессивных баров; ВБР-3 – алевриты с подчиненными прослоями песчаников подножий вдольбереговых регрессивных баров. В циклите Ю₁⁴ выделено три типа коллекторов (А, Б, В), которые последовательно сменяются между собой (ухудшаются коллекторские свойства) в направлении с запада на восток и юго-восток. Породы-коллекторы класса А занимают большую часть территории и приурочены преимущественно к западной и центральной частям месторождения. Они вскрыты скважинами №№ 445, 446, 440, 442. К востоку площади коллекторы А замещаются коллекторами класса Б, также занимающими значительную часть территории. Породы этого класса вскрыты скв. №№ 443, 447, 34, 441 и располагаются на востоке участка. Слабопроницаемые породы-коллекторы (класс В) обнаружены в разрезе единичной скважины № 450 и ограниченно распространены на юго-востоке месторождения.

Циклит Ю₁^{3н} сложен преимущественно песчаниками, при подчиненном количестве алевролитов и глин. Верхняя часть циклита представлена углито-глинистыми отложениями пласта У₁^б. Мощности отложений циклита Ю₁^{3н}, по сравнению с таковыми в циклите Ю₁⁴, значительно сокращаются и изменяются в пределах от 5 м до 9,6 м. Формирование циклита Ю₁^{3н} происходило в условиях переходного от морского к континентальному режиму осадконакопления и связано с дельтовым комплексом фаций: ДНР – песчаниками средне- и мелкозернистыми и глинисто-алевритовыми отложениями надводной дельтовой равнины и ДПР – песчаниками мелкозернистыми и глинисто-алевритовыми отложениями подводной дельтовой равнины.

Отложения циклита Ю₁^{3н} представляют собой коллекторы классов А, Б и В, выклинивающиеся к северо-востоку. Породы-коллекторы наилучшего качества (класс А) имеют крайне ограниченное расположение и вскрыты лишь скв. № 440 в центре площади. Хорошо-проницаемые коллекторы класса Б широко развиты в центральной и западной части территории. Отложения вскрыты скв. № 445, 446, 34. Породы-коллекторы более низкого качества (класс В) приурочены, главным образом, к югу и частично к северо-востоку месторождения, о чем свидетельствуют разрезы скв. №№ 442, 441, 450, 447. На крайнем северо-востоке происходит замещение проницаемых коллекторов непроницаемыми породами, которые вскрыты единичной скважиной № 443.

Циклит Ю₁^{3с} представляет собой комплекс песчано-алевритовых пластов, разделенных пропластками глин, перекрытых углем У₁^б. Пределы изменения мощностей отложений циклита варьируют от 3 м до 10,9 м. Характер распространения разрезов с высокими и низкими значениями мощностей резко изменчив. Накопление осадков циклита Ю₁^{3с} осуществлялось в условиях континентального режима и связано с четырьмя фациями: песчаниками крупно- и среднезернистыми русловых отmelей спрямленных рек (АРРС), песчаниками средне-мелкозернистыми русловых отmelей меандрирующих рек (АРРМ), крупнозернистыми песчаными алевролитами береговых валов внешней части поймы (АПП) и алеврито-глинистыми отложениями внутренней части поймы (АПГ).

Породы циклита Ю₁^{3с} относятся к коллекторам классов А, Б, В, а также к непроницаемым коллекторам. Коллекторы класса А имеют ограниченное распространение и развиты только в центральной части территории (скв. №№ 440 и 34). Окаймляют эту область породы-коллекторы класса Б, они также отмечены на юго-востоке площади в районе скв. № 441. К северо-западу происходит замещение коллекторов Б слабопроницаемыми породами (класс В). Их наличие подтверждено разрезом скв. № 447. Также выделен небольшой участок развития пород данного класса на крайнем северо-западе территории в районе скв. № 445. В северо-западном направлении происходит выклинивание проницаемых коллекторов. Здесь получили развитие непроницаемые породы, которые вскрыты в скв. №№ 443, 446, 442.

Циклит Ю₁^{3в} представлен чередованием песчано-алевритовых, глинистых и углито-глинистых пород. З, перекрытых угольными пластами У₁^а и У₁. Мощности отложений меняются в пределах от 5 м до 10 м. Накопление осадков циклита Ю₁^{3в} осуществлялось в условиях континентального режима и связано с тремя фациями: песчаниками крупно-среднезернистыми русловых отmelей спрямленных рек – АРРС-1, алевролитами

мелкозернистыми с прослоями глин внутренней части поймы – АПГ-1 и глинисто-углистыми осадками заиляющихся частей обводненных торфяных болот – БЗ. Непроницаемые породы вскрыты почти всеми скважинами. Порода-коллекторы хорошего качества (класс Б) обнаружены лишь в центральной части территории (в разрезе скважины № 34). Слабопроницаемые коллекторы (класс В), очевидно, тяготеют к области распространения коллекторов класса Б; граница их развития проведена условно.

Циклит $Ю_1^2$ представлен преимущественно песчаной толщей и, как правило, достаточно уверенно отделяется от вышележащих отложений глинистым пропластком. Диапазон изменения мощностей данного циклита по сравнению с таковым в циклите $Ю_1^3$, становится более широким: мощности меняются от 3,2 м до 17,5 м. Изменение мощностей по площади носит закономерный и постепенный характер: возрастание мощностей отложений отмечается в восточном направлении. Накопление отложений циклита осуществлялось на фоне трансгрессии и происходило в прибрежной полосе мелководно-морского бассейна. Выделено два типа фаций: песчаные и алевритовые осадки фации вдольбереговых трансгрессивных баров (ВБТ) и чередование алевритовых и песчаных осадков фации морских волнений (МВ). Циклит сложен коллекторами всех трех типов, а также непроницаемыми породами. Замещение пород с благоприятными коллекторскими свойствами на породы более низкого качества (а затем и их выклинивание) происходит с востока на запад. Ограниченное распространение получили коллекторы класса А, вскрытые лишь на юго-востоке месторождения скважиной № 450. Хорошо проницаемые породы (класс Б) наблюдаются в центральной части площади (район скв. № 34), а также в области, примыкающей к зоне распространения коллекторов А на востоке. В западном и северном направлениях они сменяются на слабопроницаемые коллекторы класса В (районы скв. №№ 440, 441 и №№ 445 и 443). Непроницаемые породы приурочены к юго- и северо-западной части месторождения месторождения и вскрыты следующими скважинами: №№ 446, 447, 442.

Циклит $Ю_1^1$ имеет изменчивый состав и толщина его колеблется от 6 до 18 м. Низкие значения толщин часто обусловлены размывом кровли циклита в начале кимериджского века. Формирование отложений циклита $Ю_1^1$ происходило в мелководной морской обстановке на фоне продолжающейся медленной трансгрессии. Выделяется четыре типа фаций: песчаные и алевритовые осадки фации вдольбереговых трансгрессивных баров (ВБТ), чередование алевритовых и песчаных осадков морских волнений (МВ), глинисто-алеувитовые и алеврито-глинистые отложения малоподвижного мелководья (ММ-1), песчаники мелко- и среднезернистые с прослоями алевритов головных частей разрывных течений (МТ-1).

Отложения циклита слагают коллекторы разных классов. В незначительном количестве они представлены непроницаемыми коллекторами. Распространение коллекторов разного класса на территории неравномерное. Так, коллекторы класса А, обладающие наилучшей способностью вмещать нефть, газ и воду наблюдаются на трех участках месторождения: на северо-западе (район скв. №№ 445 и 443) и в центре (скв. №№ 447 и 440). Возможно их развитие и на юго-западе, т. к. в заданном намечается тенденция улучшения коллекторских свойств.

Значительную часть территории занимают хорошо проницаемые коллекторы (класс Б), развитые практически повсеместно и вскрытые скважинами №№ 443, 442, 441. Порода-коллекторы класса В распространены на двух участках, совершенно не связанных между собой. Их расположение приурочено к северу площади (скв. № 446), а также к ее юго-востоку и центру (скв. № 34). На юго-востоке происходит выклинивание коллекторов, здесь ограниченно развиты непроницаемые породы, которые вскрыты единичной скважиной № 450.

Таким образом, отложения горизонта $Ю_1$ сформированы в разных фациальных обстановках континентального, морского и переходного режимов седиментации и представлены терригенными породами изменчивого состава с разными емкостно-фильтрационными свойствами. Наиболее благоприятные с точки зрения накопления нефти и газа являются участки расположения коллекторов класса А, приуроченные к центральной части месторождения и выявленные во многих циклитах. Это главным образом районы скважин №№ 440, 447, 34. Заложение новых скважин целесообразно в этом районе с целью вскрытия пород-коллекторов наилучшего качества, а также для уточнения границ их распространения.

Литература

1. Анализ результатов исследования керна продуктивных пластов за 1993-94 гг. и установление основных закономерностей распространения коллекторов горизонта $Ю_1$ месторождений Томской области: / Отчет ТомскНИПИнефть; отв. исполнитель Ю.Я. Ненахов. – № ГР 35-95-9/20 – Томск, 1995. – 190 с.
2. Ежова А.В. Геологическая интерпретация геофизических данных: учебное пособие. – Томск: изд-во ТПУ, 2007. – 113 с.
3. Муромцев В.С. Электрометрическая геология песчаных тел – литологических ловушек нефти и газа. – М.: Недра, 1984. – 260 с.
4. Ханин А.А. Порода-коллекторы нефти и газа и их изучение. – М.: Недра, 1969. – 368 с.

ПРОБЛЕМА ДОБЫЧИ НЕФТИ И ГАЗА ИЗ БИТУМИНОЗНЫХ ТОЛЩ УКРАИНЫ**В.С. Боднарчук**

Научный руководитель профессор А.А. Орлов

Ивано-Франковский Национальный технический университет нефти и газа, г. Ивано-Франковск, Украина

В течение последних 40-50 лет горные породы, которые удерживают в себе дисперсно-рассеянные битумы, привлекают к себе все больше и больше внимания как потенциальные источники добычи разными методами углеводородных носителей. В настоящее время дисперсно-рассеянные битумы установлены почти во всех осадочных отложениях от докембрийских до современных [7].

Исходный органический материал и условия его накопления в процессе седиментации отличаются между собой. В результате этого нефтегазовые месторождения, а также горючие ископаемые сформировались именно там, где отложился органический материал того или иного вида. На территории Украины в отдельных тектонических зонах каждой области преобладают разные по фазовому состоянию месторождения энергоносителей. В Западном битумонефтегазоносном регионе во Внутренней зоне Предкарпатского прогиба и Скибовой зоне Карпат преобладают нефтяные месторождения. Во Внешней зоне Предкарпатского прогиба все открытые месторождения являются газовыми, за исключением двух, где кроме газовых залежей установлены нефтяные (Лопушнянское и Кохановское). В пределах Львовского палеозойского прогиба открыто одно газовое месторождение – Локачовское и непромышленная газовая залежь Большие Мосты.

В Закарпатской западине открыты только газовые месторождения. Четкого объяснения указанного разнообразия месторождений углеводородов в Западном регионе Украины к настоящему времени нет, есть только гипотезы, которые базируются на допущениях. На наш взгляд, такое разнообразие месторождений углеводородов вызвано, главным образом, разнообразием органического материала, который откладывался в процессе седиментогенеза. Следует сказать, что на Украине в настоящее время во всех трех нефтегазоносных регионах установлено наличие толщ битуминозных пород, которые в мире привлекают к себе все больше внимания в связи с возможностью добычи из них, так называемого, сланцевого газа. Это связано с тем, что в США и в Канаде этот газ добывается в больших объемах.

Поэтому мы при проведении нефтегазогеологического районирования в осадочной оболочке Земли выделяем рядом с районами чисто нефтегазоносных месторождений битумонефтегазоносные территории, где кроме нефтегазовых месторождений в традиционных коллекторах широко распространены толщи битуминозных пород.

Можно считать, что для решения проблемы получения углеводородных энергоносителей из пород, которые не являются традиционными коллекторами для нефти и газа (а именно из битуминозных аргиллитов, сланцев и других литологических разностей, являющихся практически непроницаемыми и относящихся к породам-покрышкам нефтегазовых залежей), необходимо провести тщательные геологические исследования с целью битумонефтегазогеологического районирования для выделения перспективных областей, районов и конкретных площадей с развитием битуминозных пород, для возможного получения из них углеводородного сырья. Это необходимо для планирования проведения поисково-разведочных и добывающих работ углеводородных энергоносителей в Украине.

В Украине наиболее обогащенными битумами толщами являются битумные сланцы менилитовой свиты. Эти сланцы от коричневого до черного цвета содержат органический материал в основном сапропелевого типа. Породы данной свиты выходят на дневную поверхность, а также залегают на разных глубинах в тектонических этажах Внутренней зоны Предкарпатского прогиба и Скибовой зоны Карпат.

Среднее содержание органического вещества в менилитовых сланцах, следуя результатам их исследований на разных площадях, в том числе и в керне 30%, а минерального вещества около 70% от массы породы. Распространение этих сланцев имеет региональный характер. Их общие запасы почти безграничны [6, 1].

К вопросу получения углеводородных энергоносителей из битумных сланцев менилитовой свиты, выходящих непосредственно на поверхность, обращались неоднократно, ссылаясь на результаты добычи нефтепродуктов из битуминозных песчаников Атабаски (Канада), где битумы из песчаных пород экстрагируются горячим водным раствором луга со следующим коксованием [4].

Однако конкретных шагов на Украине в практическом плане использования менилитовых сланцев для получения углеводородных энергоносителей не делалось. На сегодняшний день наиболее серьезными исследованиями менилитовых сланцев следует считать тематические исследования известного Украинского академика В.Б. Порфирьева [6]. В частности в одной из работ В.Б. Порфирьев указывает, что достаточно ценной частью продуктов сухой перегонки менилитовых сланцев является сланцевый горючий газ, который образуется в количестве в среднем 30 л на 1 кг сухого сланца. Также указывается, что за предыдущими расчетами близко 50% энергетических расходов, которые связаны с процессом сухой перегонки сланцев, компенсируются собственным, полученным при проведении исследований, газом. Что касается жидких углеводородов, то указывается, что при переработке каждой тысячи тонн сланцев можно получить, при минимальных расходах, бензина – 10 т, керосина – 15 т.

В 1990-1991 году, по соглашению между нашим университетом и Французским институтом нефти, в Карпатском регионе проводились научно-исследовательские работы с выявлением возможных нефтепродуцирующих пород, то есть битуминозных толщ, с применением уникальной на то время передвижной

геохимической станции Rock-Avale [2]. Результаты данных работ позволили сделать выводы относительно нефтепродуцирующих пород во Внутренней зоне Предкарпатского прогиба и в Скибовой зоне Карпат, а это толщи менилитовой свиты, которые можно отнести к олигоцену, а также черные аргиллиты и сланцы спасской и шипотской свит нижнего мела. Во Внешней зоне Предкарпатского прогиба и в прилегающих площадях западной окраины Волино-Подольской плиты к газонефтепродуцирующим породам можно отнести породы силура и верхнего мела. Содержание органического вещества в породах спасской и шипотской свит колеблется от 1 к 7% от объема каждого исследуемого образца породы.

В Канаде и США долгое время рассматривались проблемы добычи нефти из битуминозных пород в карьерах, а также поднятием сланцев на поверхность шахтным способом со следующей их обработкой. Было также предложено проводить обработку битумных сланцев на глубине в шахтах [5]. Крупномасштабная добыча битумных сланцев и экстрагирования из них битумов с дальнейшим их разгоном для получения энергоносителей нуждается в очень больших расходах. Значительные средства, которые связаны с добычей углеводородов путем обработки битуминозных пород на поверхности, повлияли на интенсификацию разработки внутрипластовых технологий добычи углеводородов. Но здесь сложность в том, что нефть и газ в сланцах и в других непроницаемых породах, которые принято называть породами-покрышками, являются практически неподвижными. Для добычи жидких и газообразных углеводородов из таких пород необходимо образовывать в них проницаемые зоны и к тому же осуществлять определенные мероприятия для сохранения проницаемости этих зон. Канадские и американские специалисты исследовали разные методы образования проницаемых зон в пласте, например, разрыв пласта эмульсиями или воздухом. В США, начиная с 2002 года, практикуют бурение горизонтальных стволов на глубинах залегания битумных сланцев из вертикально пробуренных скважин. В горизонтальных стволах скважин проводят гидроразрыв пласта, и в трещины под давлением закачивают жидкости с песком. Таким образом, образуется искусственный резервуар на глубине в пределах плотного сланца. Но всем известно, что стойкость горизонтальных скважин намного ниже вертикальных. На данное время еще нет точной экономической оценки работ, связанных с бурением горизонтальных скважин, в зависимости от расстояния от вертикальных стволов, проведение гидроразрывов в горизонтальных скважинах, в зависимости от их частоты применения.

Детали американской технологии в принципе не публикуются. Возникают вопросы о химических добавках растворов, применяемых при гидроразрыве, и соотношении давлений закачивания с пластовыми и геостатическими давлениями при гидроразрывах, что очень важно в экологическом отношении. На наш взгляд технологии добычи углеводородов из битуминозных сланцев должны также предусматривать тепловые методы влияния на сланцы для активизации в них техногенных процессов пирометаморфизма, при которых битумный материал раскладывается с выделением углеводородного газа. Экономическая оценка технологии добычи углеводородов из сланцев должна также учитывать расходы на проведение научно-исследовательских работ, с целью выделения перспективных участков для установления типа керогена в битуминозных толщах, физико-механических свойств пород и тому подобное.

Учитывая то, что в США добыча газа из битуминозных сланцев (согласно данным из Интернета) в 2009 году достигла 14% от общей годовой добычи газа США, изучение проблемы возможности добычи газа из сланцев имеет большое значение для решения стратегических вопросов. Но следует также сказать, что пока мы не имеем доступных источников с информацией, из каких конкретных газовых месторождений США состояла общая добыча газа в 2009 году (624 млрд. м³). Возможно, это – газ месторождений, которые находятся непосредственно на территории США, или учитывается газ, который добывается американскими компаниями из месторождений других стран. Не указывается и перечень месторождений, из которых добыча сланцевого газа достигла 14% от общей добычи. Однако в интернете приводятся данные, что добыча газа в России и, видимо, в США из традиционных месторождений равняется 19 долларам за 100 м³, в то время как добыча сланцевого газа стоит 238 доллара.

Мы считаем, что в Украине первоочередным объектом для проведения промышленных работ по добыче газа из горизонтальных скважин являются неогеновые отложения Внешней зоны и отложения менилитовой свиты олигоцена Внутренней зоны Предкарпатского прогиба.

Во Внешней зоне в отложениях тортон-сарматских в юго-западной части известны залежи бурого угля общей протяженностью почти 130 км при ширине 15–20 км. Кроме этого указаны отложения, обогащенные рассеянным органическим веществом гумусового ряда, о чем свидетельствует наличие в осадках ископаемых растительных остатков. В 1970 году подсчитано, что отложения тортон-сарматские по величине такие, которые могут обеспечить формирование метана с запасами 12 трлн. м³. Это намного больше, чем установлено в открытых газовых месторождениях Прикарпатья в традиционных песчаных коллекторах. Следует считать, что остальные запасы газа сконцентрированы в глинах тортон-сарматских и аргиллитах.

Интересно, что при проведении научно-исследовательских работ в нашем университете в 2002-2004 годах, относительно выявления причин пропуска производительных горизонтов газа в неогеновых отложениях Внешней зоны Предкарпатского прогиба, были сделаны выводы, что в этой зоне промышленные притоки газа могут быть не только из традиционных песчаных коллекторов, но и из глинистых пород [3]. На отдельных площадях это подтвердилось даже при бурении вертикальных скважин. Указанное наводит на мысль, что данное время бурения горизонтальных скважин в неогеновых песчано-глинистых отложениях является не менее целесообразным, чем проведение этих работ в сланцах. Газ менилитовых сланцев олигоцена в интервалах их залегания в крыльях лежащих складок на разных глубинах путем бурения горизонтальных скважин и образования вдоль них искусственных проницаемых зон, учитывая американский опыт, также возможно ожидать в промышленных объемах.

Литература

1. Вульчин Э.И. Геохімія мікроелементів у каустобіолітах Західних областей України. – К.: Наукова думка, 1974. – 111 с.
2. Орлов А.А. Виявлення нафтопродукуючих порід у Карпатах / Орлов А.А. //Нафтова і газова промисловість, 1992. – №2. – С. 10–11.
3. Орлов А.А., Эвдошук М.И., Галко Т.М. Проблема видобування вуглеводневих енергоносіїв із бітумінозних сланців і вугілля в Україні, 2011. – №2. – С. 48–55.
4. Орлов А.А., Омельченко В.Г. Проблема видобування нафти і газу з бітумінозних товщ України//Розвідка та розробка нафтових і газових родовищ, 2010. – №4. – С. 28-33.
5. Орлов А.А., Чорный А.М., Локтев А.В. Проблема видобування газу з бітумінозних товщ Зовнішньої і Внутрішньої зон Передкарпатського прогину//Нафтова і газова промисловість. – Киев, 2011. – №1. – С. 58-61.
6. Порфирьев В.Б. Менилитовые сланцы – сырье для промышленности – строительный материал /Порфирьев В.Б., Гринберг И.В., Ладыженский Н.Р. – К.: Изд-во АН УССР, 1956. – С. 35-38.
7. Родзивилл А.Я. Углеродистые формации и тектоно-магматические структуры Украины. – К.: Наукова думка, 1994. – 173 с.

**СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МОЛЕКУЛЯРНОГО СОСТАВА НЕФТЕЙ И
РАССЕЯННОГО ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА ПОРОД ФУНДАМЕНТА
МЕСТОРОЖДЕНИЯ «БЕЛЫЙ ТИГР»**

Бу Ван Хай, Бу Тхуи Нган

Научный руководитель профессор О.В. Серебренникова

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Месторождение Белый Тигр расположено на южном шельфе Вьетнама. В вертикальном разрезе представляет собой 4-этажную структуру. Верхний этаж представлен отложениями нижнего миоцена, второй – линзовидного верхнего олигоцена, третий – нижний олигоцена, нижний – трещиновато-кавернозным фундаментом. Накопленный к настоящему времени материал об особенностях состава рассеянного органического вещества и нефтей месторождения Белый Тигр показал, что геохимические параметры углеводородов-биомаркеров для рассеянных органических веществ пород и нефтей фундамента имеют большие отличия. Полученные данные свидетельствуют, что породы фундамента не имеют никакого отношения к генерации нефти, заполняющей каверны в фундаменте [1]. Важную роль для нефтеобразования на месторождении Белый Тигр играют породы нижнего олигоцена и верхнего олигоцена и нижнего миоцена и эоцена [1].

В этой работе мы проводим результаты исследования состава насыщенных углеводородов нефтей месторождения Белый Тигр, залегающих в трещиновато-кавернозном фундаменте.

Распределение и определение группового состава нефти и рассеянного органического вещества (РОВ) пород проводилось после выделения асфальтенов методом жидкостной хроматографии на комплексной колонке Al_2O_3/SiO_2 (с отношением 1:2). Проводили растворителями увеличивающейся полярности: гексан, смесью гексана и бензола в соотношении 2:1 и смесью бензола и метанола в соотношении 1:1. В результате чего выделялось 3 отдельные группы нефтяных компонентов: насыщенные УВ, ароматические УВ и смолы. Детальный анализ компонентного состава насыщенных углеводородов осуществлен с помощью квадрупольного хромато-масс-спектрометра «NERMAG R-10-10C» (Франция). Разделение проводили на капиллярной хроматографической колонке фирмы «Supelco» с неподвижной фазой CPB-5 (длина колонки 30 м, внутренний диаметр 0,32 мм, толщина пленки неподвижной фазы 0,25 мкм).

Были изучены 2 образца керн и 4 образца нефти фундамента, отобранные в интервале глубин 3712–4783 м. Групповой состав нефти и РОВ пород (насыщенный УВ, ароматический УВ, смол и асфальтен) приведены в таблице 1. В нефтях и РОВ пород месторождения Белый Тигр идентифицированы n-алканы от C_{12} до C_{35} .

Из рис. 1 видно, что в нефтях молекулярно-массовое распределение n-алканов бимодально с основным максимумом для гомологов C_{15} – C_{19} , и дополнительным максимумом – для гомологов C_{23} , C_{25} , C_{27} .

Это свидетельствует о существенной роли прибрежных водорослей или наземных растений при формировании состава исходного ОВ нефтей, залегающих в фундаменте месторождения Белый Тигр [2, 3]. А в РОВ пород характерно бимодальное распределение n-алканов с преобладанием высокомолекулярных гомологов над низкомолекулярными, и максимумы приходятся на алканы состава C_{25} и C_{27} (рис. 1).

Величина коэффициентов «нечетности» (СРІ) всех нефтей и РОВ пород изменяется в пределах от 1,05 до 1,07, т.е. показывает, что для нефтей месторождения Белый Тигр характерна достаточная зрелость.

Таблица 1

Характеристики нефтей и РОВ пород месторождения Белый Тигр

№ скважин	Нефти				РОВ пород	
	БТ-1	БТ-2	БТ-3	БТ-4	БТ-5	БТ-6
Глубина, м	3712	3910	4203	4368	4318	4783
Насыщенный УВ, % мас.	89,98	89,27	89,93	91,17	62,95	59,50
Ароматический УВ, % мас.	6,03	6,44	6,62	5,50	7,24	7,16
Асфальтен, % мас.	2,31	2,32	2,48	1,83	26,63	30,54
Смол, % мас.	1,08	1,97	0,97	1,50	3,18	2,80
П/Ф	1,89	1,89	1,85	1,84	1,35	0,62
П/н-С ₁₇	0,43	0,43	0,42	0,43	0,51	0,53
Ф/н-С ₁₈	0,25	0,25	0,25	0,25	0,29	0,33
СРІ	1,07	1,06	1,05	1,05	1,06	1,07

Отношение пристана к фитану (П/Ф) в нефтях изменяется в пределах от 1,84 до 1,89. Этот показатель уменьшается по глубине. Высокое значение этого показателя приходится на нефти скважины БТ-1 и БТ-2, а низкое значение – на нефти скважины БТ-4 (в глубине 4368 м). Это указывает на преимущественно субокислительные условия, существовавшие в бассейне при накоплении ОВ, генерировавшего впоследствии указанные нефти. В РОВ пород месторождения Белый Тигр этот показатель варьирует от 0,62 до 1,35.

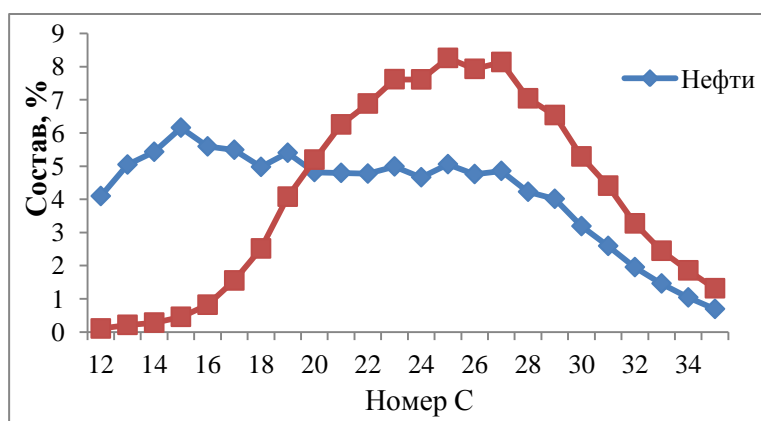


Рис. 1. Распределение n-алканов в нефтях и РОВ пород месторождения Белый Тигр

В органической геохимии применяются различные показатели нормальных алканов и изопреноидов, но наиболее часто – Пристан/н-С₁₇(П/н-С₁₇) и Фитан/н-С₁₈. На диаграмме Дж. Коннана и А.М. Кассоу нефти в месторождении Белый Тигр характерны достаточное зрелое ОВ в окислительных условиях (рис. 2).

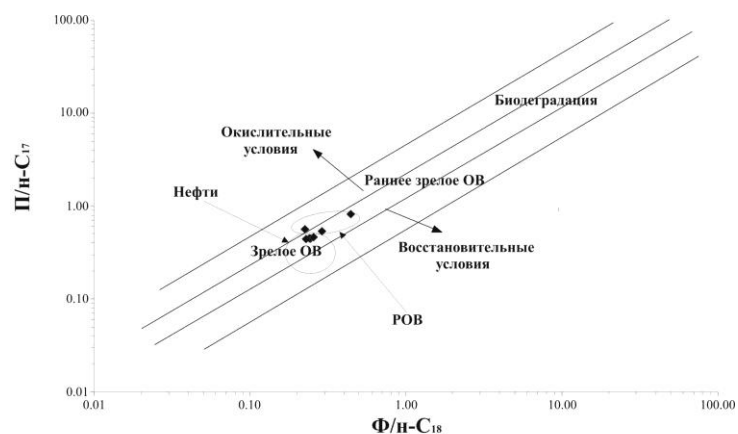


Рис. 2. Нефти и РОВ пород в плоскости соотношения изопреноидных и нормальных алканов

По изучению составов алканов нефтей и РОВ пород месторождения Белый Тигр можно делать выводы, что нефти месторождения Белый Тигр генерированы из смеси прибрежных водорослей и наземных растений, а также породы фундамента не имеют никакого отношения к генерации нефти, заполняющей фундамент.

Литература

1. Савиных Ю.В. Сравнительная характеристика молекулярного состава нефтей месторождений Дракон и Белый Тигр //Матер. VII Международной конференции, г. Томск, 21–26 сентября 2009. – Томск: Институт оптики атмосферы СО РАН, 2009. – С. 40.
2. Peters. K.E., Walters C.C., Moldowan J.M. The Biomarker Guide. Cambridge University Press, Cambridge, U.K, 2005.–1155 p.
3. Peters K.E., Moldowan J.W., Schoell M. and Hemphkins W.B. Petroleum isotopic and biomarker composition related to source rock organic matter and depositional environment//Organic Geochemistry. – 1986. – N 10. – P. 17-27.
4. Петров А.А. Углеводороды нефти. – М.: Наука, 1984. – 262 с.

ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ БОБРОВСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ И УСЛОВИЯ ЗАЛЕГАНИЯ НЕФТИ В ПЛАСТЕ БII (БОБРИКОВСКИЙ ГОРИЗОНТ)

О.А. Горбовская, Е.А. Демидова

Научный руководитель доцент О.С. Чернова

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Бобровское газонефтяное месторождение в административном отношении находится на территории Бузулукского и Курманаевского районов Оренбургской области.

Изучение территории, на которой расположено Бобровское месторождение, и прилегающих территорий началось в 40-х годах XX века. Проводились геологическая съемка, структурное бурение, грави-, магнито- и электроразведка, аэромагнитные съемки, с 58 г. очень продуктивно применяется сейсморазведка [3].

Бобровское месторождение было открыто в 1961 г. и введено в разработку в 1970 г. Относится к классу крупных. Выработанность начальных запасов месторождения составляет 73%.

Месторождение газонефтяное сложного строения, многокупольное и многопластовое. Бобровское месторождение объединяет четыре поднятия: Проскуринское, Савельевское, Семеновское, Майское, которые, в свою очередь, дифференцированы на купола. Залежи нефти приурочены к пластам: А₄ – башкирского яруса, О₁–О₅, О_{5-а} – окского надгоризонта, Б₀ – тульского, БII – бобриковского горизонтов, В₁ и В₂ – турнейского яруса. Залежь газа установлена в отложениях артинского яруса.

В тектоническом отношении Бобровское месторождение расположено в пределах юго-восточной части Восточно-Европейской платформы, в северном районе Бузулукской впадины (рис. 1). Оно приурочено к Бобровско-Покровскому валу, рельефно выделяющемуся по каменноугольным отложениям. Бобровско-Покровский вал представляет собой тектоно-седиментационную структуру, образованную рифовыми постройками верхнефаменского времени, которые развивались в мелководно-морских условиях на границе с депрессионной зоной южного погружения Бузулукской впадины. Смена условий седиментации привела к накоплению терригенных осадков. В кунгурское время сформированные структуры облекания рифов были перекрыты сульфатно-галогенной толщей, разделяющей осадочный чехол на подсолевой и надсолевой структурные этажи [1].

По материалам бурения скважин было установлено, что геологический разрез представлен комплексом четвертичных, мезозойских и верхнепалеозойских образований, несогласно залегающих на кристаллическом фундаменте, который представлен комплексом метаморфических пород архейского возраста.

Осадочный чехол сложен в основном терригенными и карбонатными породами, в нижнепермском интервале разреза преобладают породы эвапоритового ряда. Общая мощность осадочного чехла в пределах Бобровского месторождения составляет около 3000 м.

Терригенные породы большей частью представлены аргиллитами, алевролитами, песчаниками, лишь в верхней части разреза присутствуют глины, суглинки, супеси и галечники. Карбонатные породы в основном представлены органогенными известняками, реже доломитами, в разрезе присутствуют мергели. Эвапориты представлены ангидритами и каменной солью. Особенно активно их накопление происходило в ранней перми, однако в подчиненном количестве они присутствуют по всему разрезу.

Согласно нефтегазгеологическому районированию Бобровское месторождение расположено в пределах Бобровско-Покровской зоны нефтегазонакопления Бузулукской нефтегазоносной области Волго-Уральской нефтегазоносной провинции [2].

Промышленная нефтегазоносность на Бобровском месторождении связана с каменноугольно-нижнепермским интервалом разреза: турнейским, визейским, окско-башкирским и нижнепермским нефтегазоносными комплексами. В основном флюидоупорами служат пласты аргиллитов и известняков, покрывшей для залежей нижнепермского нефтегазоносного комплекса является соленосная толща кунгура.

Обнаруженные залежи связаны преимущественно со структурами облекания органогенных построек фаменского возраста. Залежи пластовые, пластово-сводовые, реже литологически экранированные.

Рассматриваемый пласт БII – бобриковский горизонт – входит в состав отложений нижневизейского подъяруса нижнего отдела каменноугольной системы [1]. В литологическом отношении он представлен прослоями песчаников серых и светло-серых, крепких, кварцевых, мелкозернистых, переслаивающихся с

аргиллитами и алевролитами. Покрышкой пласта являются плотные известняки тульского горизонта. Иногда в кровле горизонта залегают линзовидные прослои аргиллитов, также служащие покрышкой. Песчаные прослои залегают среди алевролитов и аргиллитов от кровли до подошвы. Количество их колеблется от 1 до 7 и более. Нередко пласт слагает единый слой проницаемых песчаников толщиной 20–30 м. Прослои песчаных коллекторов прослеживаются во всех разрезах скважин. Эффективная толщина пласта изменяется от 1,7 до 36,2 м. На рисунке 2 представлен геологический разрез одного из куполов Бобровского месторождения (бобриковский горизонт), построенный по результатам геофизических исследований скважин, предоставленных компанией X.

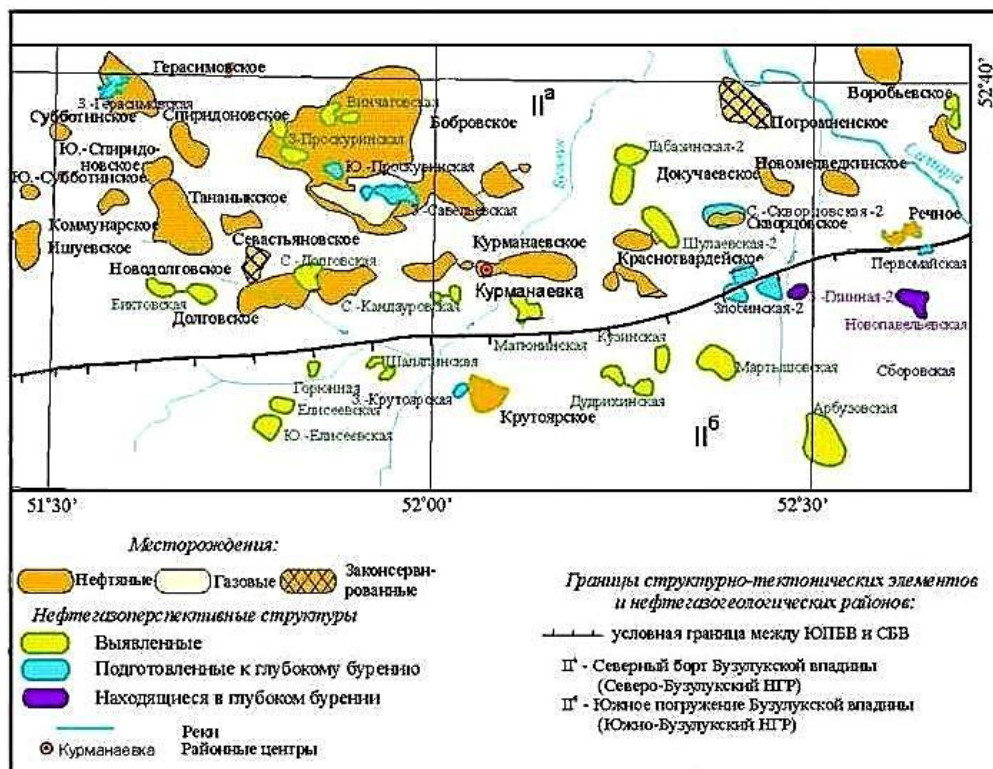


Рис. 1 Структурно-тектоническая схема участка Бобровско-Покровского вала [1]

Средний коэффициент пористости колеблется в пределах 21%, а коэффициент проницаемости – 1,443 мкм², нефтенасыщенности – 90%. Нефть пласта БП Бобровского месторождения легкая (имеет плотность 0,813 г/см³), вязкая (1,48 мПа*с), сернистая (содержание серы 1,12%), парафиновая (содержание парафина 5,55%), малосмолистая (содержание смол и асфальтенов – 8,37%) [2].

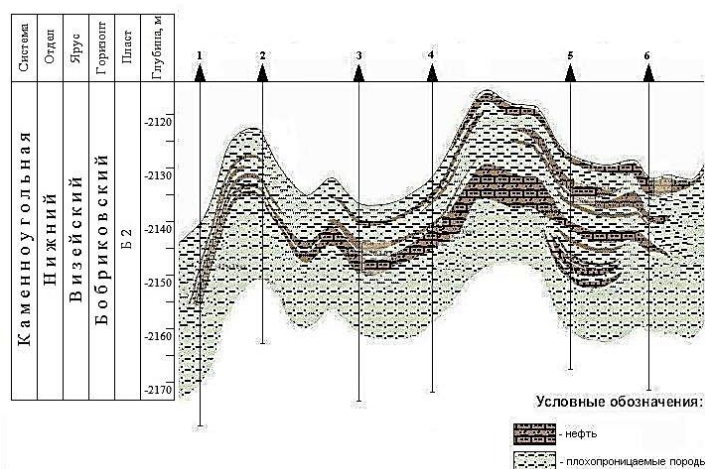


Рис. 2 Геологический разрез купола N Бобровского месторождения

Литература

1. Геологическое строение и нефтегазоносность Оренбургской области. /Сборник ОНАКО под ред. А.С.Пантелеева, Н.Ф.Козлова. – Оренбург: Оренбургское книжное издательство, 1997.
2. Каламкар Л.В. Нефтегазоносные провинции и области России и сопредельных стран: Учебник для вузов. – М.: ФГУП Изд-во «Нефть и газ» РГУ нефти и газа им. И.М.Губкина, 2005. – 2-е изд. испр. и доп. – 576 с.
3. Максимов С.П., Клубов В.А. и др. Геология нефтяных и газовых месторождений Волго-Уральской нефтегазоносной провинции. – М.: Недра, 1970.

ОСОБЕННОСТИ ГЕОЛОГИЧЕСКОГО СТРОЕНИЯ ОТЛОЖЕНИЙ МЕЖСОЛЕВОГО КОМПЛЕКСА СЕВЕРНОЙ ЗОНЫ БОРТОВЫХ УСТУПОВ ПРИПЯТСКОГО ПРОГИБА В СВЯЗИ С НЕФТЕГАЗОНОСНОСТЬЮ (НА ПРИМЕРЕ НОВО-БЕРЕЗИНСКОЙ И СЕВЕРО-БЕРЕЗИНСКОЙ ПЛОЩАДЕЙ)

О.Н. Грибовская

Научный руководитель старший научный сотрудник Я.Г. Грибик

*Научно-производственное республиканское унитарное предприятие «БЕЛГЕО»
(Государственное предприятие «БЕЛГЕО»), г. Минск, Республика Беларусь*

Припятский прогиб – западный субширотный сегмент Припятско-Донецкого палеозойского авлакогена. Расположенный в пределах Восточно-Европейской платформы, он является составной частью протяженной системы Сарматско-Туранского линейaments. По тектоническому районированию в составе Припятского прогиба выделяются Северо-Припятское плечо и Припятский грабен, последний подразделяется на Северную зону ступеней и Внутренний грабен. Северной границей прогиба на западе и грабена на востоке является Северо-Припятский краевой разлом, состоящий из серии кулисообразно подставляющих друг друга разрывов типа сбросов с суммарной амплитудой до 2–3,5 км. К югу от Северо-Припятского краевого разлома параллельно протягивается сопутствующий ему Глушко-Березинский коровый разлом. Между ними выделяется внепорядковая структура – Северная зона бортовых уступов [1]. Промышленная нефтеносность Припятского прогиба связана с верхнепротерозойскими отложениями, с отложениями девонского подсолевого терригенного и карбонатного, межсолевого и верхнесолевого комплексов. Отложения межсолевого комплекса представлены задонским, елецким и петриковским горизонтами [2]. Наиболее нефтеперспективными на рассматриваемых площадях являются отложения елецкого горизонта.

Ново-Березинская площадь расположена между Березинским (II блок) и Восточно-Березинским месторождениями нефти (рис.). Промышленная нефтеносность II блока Березинского месторождения нефти установлена по результатам испытаний отложений елецкого горизонта в эксплуатационной колонне скв. 3, в интервале глубин 1945–1981 м которой получен приток нефти дебитом 24,2 м³/сут. Водонефтяной контакт (ВНК) залежи зафиксирован на глубине 1836 м. Восточно-Березинское месторождение нефти вскрыто скв. 29, здесь при испытании отложений задонского горизонта (1922–1930 м) получен приток нефти дебитом 3,0 м³/сут. Граница залежи находится на абсолютной отметке минус 1805 м и доказана результатами испытаний и интерпретации материалов геофизических исследований скважин (ГИС). Ново-Березинская структура выявлена по материалам сейсморазведочных работ. Пробуренная скв. Березинская 18 вскрыла отложения межсолевого комплекса не в головной части структуры, как планировалось, а в зоне Березинского разлома, скв. 10 также оказалась за пределами ВНК. В настоящее время, с учетом имеющегося геолого-геофизического материала, уточнено геологическое строение Ново-Березинской площади и обоснована ее нефтеперспективность по отложениям межсолевого комплекса.

По поверхности елецкого резервуара Ново-Березинская структура представляет собой тектонически экранированный блок, ограниченный с юга, запада, севера и востока разрывными нарушениями (см. рис.). Южный (Березинский) – «л» – структурообразующий разлом протрассирован по результатам интерпретации материалов сейсморазведки и бурения скважин Березинская 18, 137 и Восточно-Березинская 28. Амплитуда разлома составляет около 200 м. Западный разлом – «з» – вскрыт скв. Восточно-Березинская 37. В пределах блока протрассирован по материалам сейсморазведки, амплитуда разлома около 50 м. Северный разлом – «с» – вскрыт скв. Восточно-Березинская 38 и по простиранию протрассирован по материалам сейсморазведки, амплитуда разлома более 50 м. Восточный разлом – «ж» – протрассирован по данным бурения скважин Березинская 10 и Восточно-Березинская 32, амплитуда разлома около 100 м. Размеры блока 1,5×1,0 км. В пределах блока поверхность елецкого резервуара погружается в северо-восточном направлении от абсолютных минимальных отметок минус 1750 м, в вершине блока – до минус 1900 м и более метров – на погружении. Учитывая, что ВНК II блока межсолевой залежи Березинского месторождения установлен на абсолютной отметке минус 1836 м, предполагается, что и головная часть межсолевого Ново-Березинского блока, находящаяся выше ВНК II блока Березинского месторождения должна содержать залежь нефти. Перспективная площадь блока в контуре, ограниченном указанными выше тектоническими разломами и изогипсой минус 1836 м составляет 800 тыс. м². Геологические прогнозные ресурсы нефти категории D₀ Ново-Березинской площади по отложениям межсолевого комплекса составляют 954,5 тыс. т, извлекаемые – 190,9 тыс. т.

Для оценки перспектив нефтеносности исследуемых отложений Ново-Березинской площади рекомендуется пробурить поисковую скв. Ново-Березинская 46 проектной глубиной 2000 м, проектный горизонт – елецкий.

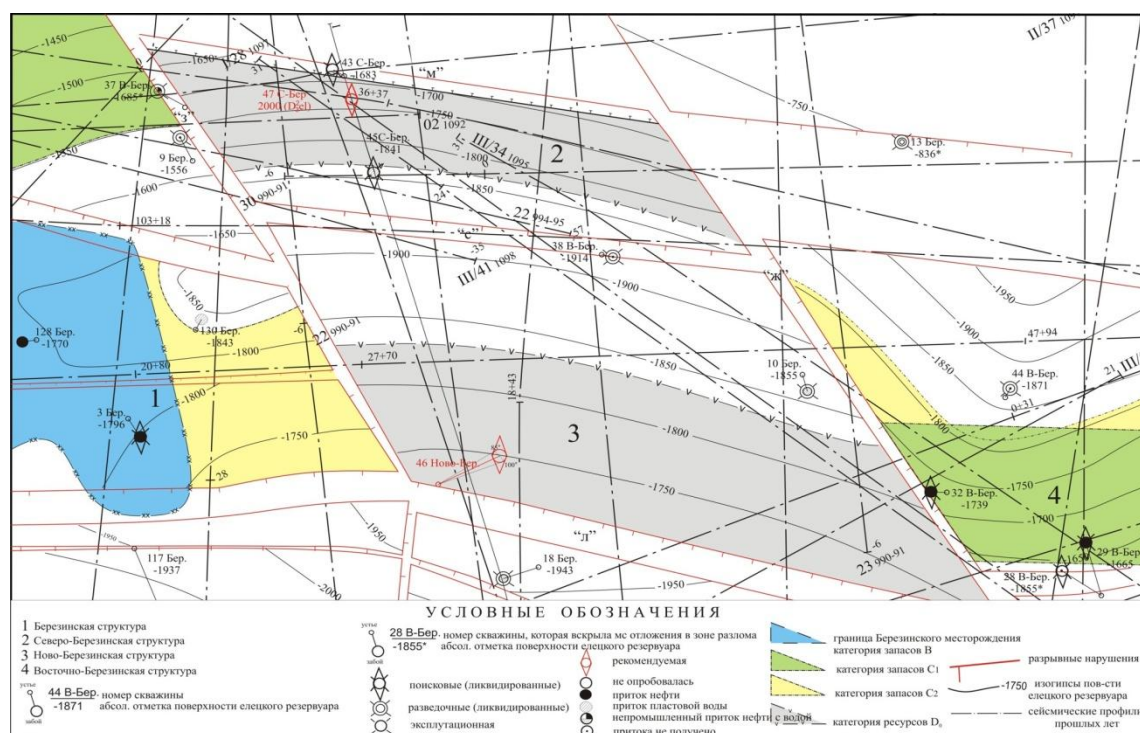


Рис. Структурная карта поверхности елецкого резервуара Северо-Березинской и Ново-Березинской площадей
(составили Л.М. Ланкуть, Б.Ю. Масляноко, О.Н. Грибовская, 2011)

Северо-Березинская площадь примыкает к I блоку Березинского месторождения. Промышленная нефтеносность I блока Березинского месторождения нефти установлена в отложениях елецкого горизонта по результатам испытаний в эксплуатационной колонне скв. Березинская 17, в которой из интервала глубин 1646–1652 м и 1646–1933 м получены притоки нефти дебитом 1,4 м³/сут. и 6,9 м³/сут. соответственно. В пределах Северо-Березинской площади поисковая скв. Северо-Березинская 43 пересекла разрывное нарушение, в результате чего из разреза отложений межсолевого комплекса выпала значительная нефтеперспективная его часть. Во вскрытой части разреза в интервале глубин 1849,0–1852,7 м в одном метре от забоя, в кавернозно-пористых доломитах отмечены выходы темной густой нефти, а на сколе – подвижной нефти коричневого цвета. При испытаниях отложений межсолевого комплекса в интервале глубин 1838–1852 м приток не получен. Однако под запорно-поворотным клапаном (ЗПК) зафиксирован разгазированный раствор удельного веса 1,11 г/см³, заливали – 1,22 г/см³. Из устья скв. Северо-Березинская 43 была пробурена наклонно-направленная скв. Северо-Березинская 45. Она вскрыла отложения межсолевого комплекса на глубине 2013 м. При их испытании в интервале глубин 2048–2090 м получен приток пластовой воды дебитом 3,17 м³/сут. Скважина вскрыла межсолевые отложения за пределами предполагаемой границы залежи. Граница ВНК предполагаемой Северо-Березинской залежи была взята на отметке минус 1836 м, как в пределах I-II блоков Березинского месторождения.

В результате интерпретации сейсмических данных и данных бурения скважин Северо-Березинская 43, 45 и Восточно-Березинская 37, 38 поверхность елецкого резервуара Северо-Березинской площади представляет собой тектонически экранированный блок, ограниченный с юга, запада, севера и востока разрывными нарушениями (рис.). Южный разлом – «с» – протрассирован по материалам сейсморазведки и по результатам бурения скважин Северо-Березинская 45 и Восточно-Березинская 38, амплитуда разлома более 50 м. Западный разлом – «з» – вскрыт скв. Восточно-Березинская 37. В пределах блока протрассирован по материалам сейсморазведки, амплитуда разлома около 50 м. Северный разлом – «м» – вскрыт скв. Северо-Березинская 43, амплитуда разлома около 650 м. Восточный разлом – «ж» – протрассирован по данным бурения скважин Березинская 10 и Восточно-Березинская 32, амплитуда разлома около 100 м. Размеры блока 1,5×0,45 км. В пределах блока поверхность елецкого резервуара погружается в юго-восточном направлении от абсолютных минимальных отметок минус 1650 м в вершине блока до минус 1850 м и более метров на погружении.

Учитывая тот факт, что в отложениях межсолевого комплекса скв. Северо-Березинская 43 есть признаки нефтеносности и ВНК I блока Березинского месторождения находится на отметке минус 1836 м, следует предположить, что в пределах блока Северо-Березинской площади залежь нефти будет находиться между забоями скважин Северо-Березинская 43 и 45. Перспективная площадь блока в контуре, ограниченном ранее указанными тектоническими разломами и изогипсой минус 1836 м, составляет 440 тыс м². Геологические

прогнозные ресурсы нефти категории D₀ Северо-Березинской площади по отложениям межсолевого комплекса составляют 413,5 тыс. тонн, извлекаемые – 82,7 тыс. тонн.

Для оценки перспектив нефтеносности отложений межсолевого комплекса Северо-Березинской площади рекомендуется пробурить разведочную скважину Северо-Березинская 47 проектной глубиной 2000 м, проектный горизонт – елецкий.

Литература

1. Геология Беларуси / А.С. Махнач и др. – Мн.: ИГиГ, 2001. – 815 с.
2. Геология и нефтегазоносность запада Восточно-Европейской платформы: к 70-летию БелНИГРИ / З.Л. Познякевич и др. – Мн.: Беларус. Наука, 1997. – 696 с.

К 50-ЛЕТИЮ ОТКРЫТИЯ ПЕРВОГО КРУПНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ НЕФТИ В ТОМСКОЙ ОБЛАСТИ

А.А. Гумерова, Е.В. Кушнярева

Научный руководитель ассистент Е.Н. Осипова

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

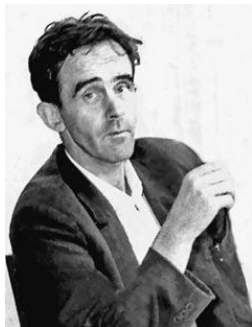
Советское нефтяное месторождение административно расположено на территории Александровского района Томской области, в тектоническом отношении - на юго-восточном склоне Нижневартовского свода центральной части Западно-Сибирской плиты в пределах Соснинско-Советского вала. Недропользователем является ОАО «Томскнефть» ВНК на основании лицензионных соглашений ТОМ № 00075 НЭ от 09.10.1997 г. и ХМН № 00345 НЭ от 10.06.1996 г. Авторами открытия месторождения являются Е.Е. Даненберг, О.А. Терпиляк и Н.И. Понаморёв (Решение Государственной межведомственной комиссии № 500 от 14 марта 1966 года). Активное участие в оценке месторождения приняли: Н.Г. Рожков, Ю.К. Миронов, В.М. Злобин, И.Г. Левченко, Н.Г. Терехов, И.А. Богдасарьяц, Г.А. Подобин, Ю.П. Бабушкин, С.П. Репин, И.А. Иванов, Т.Н. Пастухова и другие.

Планомерные геологические исследования Александровского Приобья начались в 1947–1948 годах в связи с постановлением Правительства о бурении глубоких скважин на нефть и газ в Западно-Сибирском регионе. В 1952–1953 годах Томская комплексная геологоразведочная экспедиция провела геологическую съемку масштаба 1:1000000 листа Р-43 (С.Б. Шацкий). В результате этой работы и обобщения материалов предыдущих исследований вышла из печати Государственная геологическая карта листа Р-43. В 1967–1971 гг. Александровской партией Томской комплексной экспедиции, проведена геологическая съемка масштаба 1:200000 (А.М. Шамахов). Региональные геофизические исследования (аэромагнитная, гравиметрическая, сейсмическая, аэрогравиметрическая съемки) проведены партиями 62/55-56, 73/55-56, 63/57, 45/57-58, 57-58/57-58 в 1955–1958 гг. в масштабах 1:1000000 и 1:200000. Зимой 1957–58 годов в пределах Среднего Приобья были проведены площадные сейсмические исследования методом отраженных волн (МОВ) с целью изучения восточного склона Нижневартовского свода, в результате которых была околтурена и детально изучена Соснинская структура. На основании полученных данных было запроектировано бурение первой скважины. В зимние периоды 1958–1960 гг. околтурено Медведевское, подготовлено к глубокому бурению Соснинское и намечено к изучению Советское локальные поднятия. Последующими сейсморазведочными работами в 1962–1963 гг. детализирована Соснинско-Советско-Медведевская группа структур (О.А. Терпиляк, Л.М. Спольский). Денежные затраты на площадные сейсморазведочные работы, проведенные сейсморазведочными партиями 30/59-60, 29/62-63, 17/63-64, составили 850 тыс. руб.

В 1961 году было начато глубокое поисковое бурение. В соответствии с геологическим проектом, составленным старшим геологом НТГУ Б.А. Минько, согласованным с главным геологом Ю.К. Мироновым и начальником НТГУ Н.Г. Рожком, утвержденным 21 августа 1961 г. заместителем начальника Главгеологии РФФСР Е.Я. Дмитриевым, три первые скважины 1, 2, 3 закладывались вкост простирания Соснинской структуры с целью изучения разреза и выявления залежей нефти в различных структурных условиях. Первая глубокая разведочная скважина № 1 была заложена в своде Соснинского поднятия, из которой после испытания продуктивного пласта Б₈ куломзинской свиты валанжинского возраста, получен промышленный фонтан нефти дебитом 400 м³/сутки через 15 мм штуцер. Это было величайшее открытие. «... В те годы создавался материальный и научный плацдарм для открытия Соснинского месторождения. И первый фонтан, ударивший 18 августа 1962 года, был замечательным итогом настойчивости и упорства нефтеразведчиков. Пятьсот тонн в сутки дала скважина. Долго тяжело искали эти тонны...» (из воспоминаний Е.Е. Даненберга). Позже стало известно, что пласт, на который удалось выйти благодаря интуиции Даненберга, позволяет объединить три структуры – Советскую, Медведевскую и Соснинскую – в одно месторождение. Впервые месторождение было описано в годовом отчете Александровской нефтеразведки за 1962 г. Позднее Е.Е. Даненберг и Н.Г. Запывалов, В.А. Минько и Н.Г. Рожок опубликовали статьи о Советском месторождении.

В июле 1963 года была пробурена скважина № 6 в своде Медведевского поднятия. Этой скважиной была открыта залежь нефти в пласте М (контакт юрских отложений с палеозоем). Скважина явилась первооткрывательницей Медведевского месторождения. В этом же году в октябре, из пласта Б₈ в скважине 18, пробуренной на Советском поднятии, получен фонтан нефти. В августе 1964 года при испытании скважины 17 открыта залежь нефти в пласте А₁. Однако, первая нефть из пласта А₁ была получена пластоиспытателем из скважины № 20 еще в мае 1964 года. При дальнейшей разведке месторождения были открыты промышленные

залежи нефти в пластах Ю₁ (кровли васюганской свиты верхней юры), А₁₂ и А₁₀ (вартовская свита готерив-баррема). Автором геологических проектов на проведение поискового бурения на Медведевской и Советской площадях является Е.Е. Даненберг. При проведении поисковых работ на Соснинской, Советской и Медведевской площадях Е.Е. Даненберг участвовал в обосновании и осуществлении геологических работ, приведших к открытию месторождений нефти (залежи пластов Б₈ и М). В период разведки Медведевского, Советского и Соснинского месторождений Е.Е. Даненберг участвовал в обосновании и осуществлении геологических работ (поисково-разведочных) на этих месторождениях, приведших к открытию в их пределах новых залежей нефти.



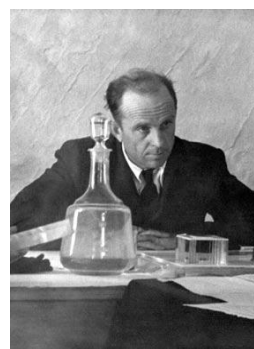
Евгений Евгеньевич Даненберг – за открытие и разведку Советского месторождения был награжден орденом Трудового Красного Знамени, получил нагрудный знак «Первооткрыватель месторождения» – работал старшим геологом Александровской нефтеразведки во время открытия месторождения. Его именем названа Южно-Александровская структура



Олег Андреевич Терпилак – первооткрыватель Советского нефтяного месторождения – работал начальником сейсмопартии, подготовил Соснинскую структуру для глубокого бурения



Н.И. Понаморёв – его бригада получила первый промышленный фонтан нефти области – буровой мастер Александровской нефтескважины Новосибирского территориального геологического управления Главного управления геологии и охраны недр при Совете Министров РСФСР



Рудольф (Роман) Владимирович Требс – легенда томской нефтеразведки 1950–60-х годов, начальник Александровской нефтеразведочной экспедиции (Нарым, Усть-Сильга, Александровское). Его именем названо крупное нефтяное месторождение на восточном побережье Баренцева моря

Е.Е. Даненберг предложил и осуществил отбор керна в интервале пласта А₁ в скважине № 20 Советской площади и в интервале пласта А₈ в скважине № 35 Соснинской площади (из-за сложности литологического строения эти пласты по данным промыслово-геофизических исследований как нефтенасыщенные не выделялись). Получение признаков нефтенасыщения в керне позволяло выделить эти пласты к испытанию, приведшие к открытию приуроченных к ним залежей нефти, причем залежь пласта А₁ является основной залежью Соснинско-Советско-Медведевского месторождения. В дальнейшем Даненберг предложил и осуществил углубление скважины № 6 Медведевской площади до палеозоя после вскрытия куломзинской свиты, что позволило открыть залежь нефти в пласте М, а затем обосновать бурение скважины на Медведевской площади на палеозой, что в свою очередь привело к открытию залежи нефти в пласте Ю₁.

Е.Е. Даненберг участвовал в обосновании заложения скважины № 33 в седловине между Советской и Соснинской структурами, бурение которой привело к объединению этих двух месторождений в единое по пластам А₁ и Б₈. Им обосновано также заложение скважины № 18 в седловине между Соснинской и Медведевской структурами.

Наличие промышленных скоплений нефти на Советской и Медведевской площадях было установлено в 1963 г. Всего на Советском месторождении разрабатывается 18 объектов: АВ₁, АВ₂, АВ₃, АВ₄, АВ₆, АВ₇, АВ₈⁰, АВ₈¹, БВ₀₊₁, БВ₂, БВ₃, БВ₄, БВ₅, БВ₆, БВ₈, Ю₁, Ю₂, М. Залежь продуктивного горизонта АВ₁, наибольшая по площади и запасам, перекрывает все остальные по простираанию. Коллекторами нефти являются терригенные песчано-алевритовые отложения полимиктового состава. Их литологические и фильтрационно-емкостные

свойства существенно меняются по разрезу и площади месторождения. На дату подсчета запасов в пределах трех площадей было пробурено 17 разведочных скважин. Бурение и испытание этих скважин позволило выявить в разрезе рассматриваемых площадей пять нефтеносных горизонтов, имеющих, несомненно, промышленную ценность.

Главный геолог управления Ю.К. Миронов и доктор геолого-минералогических наук, профессор Ф.Г. Гурари, внесли важный вклад. Первый руководил всеми геологоразведочными работами на нефть и газ на территории Томской области, в том числе и не открытых месторождений, второй – научно обосновал постановку этих работ. Было установлено, что залежь, приуроченная к пласту Б₈, является единой для Советского и Соснинского поднятий, а залежь пласта А₁ – для всех трех локальных поднятий: Соснинского, Советского и Медведевского. В связи с этим для удобства приказом по НТГУ от 11 февраля 1967 г этим трем месторождениям было присвоено единое наименование – Советское месторождение нефти. Поисково-разведочные работы на Советском месторождении проводились в 3 этапа. Выявленная и детально изученная геофизическими методами Соснинская структура явилась одним из первоочередных объектов для ввода ее в глубокое бурение. Затем разбуривались Медведевская и Советская структуры. Месторождение передано в пробную эксплуатацию в 1966 г и в промышленную эксплуатацию – в 1968г.

Буровые поисково-разведочные работы на Советском месторождении начаты в 1962 г. Александровской нефтеразведкой Новосибирского территориального геологического управления Главного управления геологии и охраны недр при Совете Министров РСФСР (начальник Н.Г. Терехов, старший инженер И.А. Багдасарьянц, старший геолог Е.Е. Даненберг). Закончены поисково-разведочные работы на Советском месторождении в 1970 г. Александровской нефтеразведочной экспедицией Томского территориально геологического управления Министерства геологии РСФСР (начальник И.З. Ворошилов, главный инженер Я.Г. Ганюк, главный геолог И.В. Пискунов).

На сегодняшний день запасы залежей практически исчерпаны, за исключением пласта, называемого «рябчиком» в силу особенного литологического состава. Песчаники пласта серые, мелко- и тонкозернистые, плотные, от средней крепости до крепкоцементированных, слюдястые, местами горизонтально-слоистые за счёт тонких прослоек аргиллитов. Текстура песчаников гнездо-линзовидная.

Литература

1. Биджаков В.И. Главные геологи нефтегазового комплекса Томской области. – Томск: Издательство «Красное знамя», 2007.
2. Нефтяные и газовые месторождения СССР: Справочник. В двух книгах / Под ред. С.П. Максимова. Книга вторая. Азиатская часть СССР. – М.: Недра, 1987. – 303 с.
3. Нефть и газ Томской области. Сборник документов и материалов. / А.П. Акаченко, А.В. Одинецкий, В.А. Демидова – Томск: Томское книжное издательство, 1988. – С. 17.

ПЕРСПЕКТИВЫ НЕФТЕГАЗОНОСНОСТИ ПАЛЕОЗОЯ ЮГА ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

Т.В. Ефименко

Научный руководитель доцент В.Н. Ростовцев

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

«Богатство недр есть залог величия державы»

М.В. Ломоносов.

Нефть и газ России – мощный фундамент для её экономического развития. Начиная с 1999 года, объемы добычи нефти и конденсата неуклонно росли. В 2011 г., добыв более 500 млн. тонн, Россия вышла на первое место в мире по этому показателю, обогнав даже Саудовскую Аравию. Несмотря на такой успех, Российских ученых беспокоит тот факт, что темпы прироста добычи нефти и конденсата, начиная с 2004 года, неуклонно и резко падают. В 2011 году темпы прироста добычи составили чуть больше 1%, при этом надо учесть, что в этом году большой вклад в добычу нефти внесло Ванкорское месторождение нефти, недавно введенное в полноценную разработку. Брехунцов А.М., Нестеров И.И. – одни из самых авторитетных геологов России [1 с. 31] – пишут «...годовой уровень добычи нефти в Западной Сибири к 2020–2030 гг. снизится до 50 млн. т, а потребность в стране составит не менее 500 млн. т/год. Это катастрофа! ...». Выход из этого критического положения один: необходимо резко увеличить геологоразведочные работы, направленные на поиски крупных по величине запасов месторождений нефти и газа. Встает вопрос, где такие месторождения могут быть открыты? На первый взгляд наиболее привлекательными являются шельфы наших северных и дальневосточных морей. Экологическая катастрофа в Мексиканском заливе и гибель буровой установки в Охотском море свидетельствуют о сложности освоения шельфа, особенно в северном полушарии, где более 8 месяцев господствуют дрейфующие льды. Если эти месторождения будут открыты и начнется их освоение, остро встанет вопрос о рентабельности этой нефти в сравнении с ближневосточной. Большие перспективы ряд ученых связывает с землями Красноярского края, Иркутской области, Якутии и, возможно, с землями Дальнего Востока. Эти территории огромны по площади и лишены нормальной нефтегазовой инфраструктуры. Если даже завтра приступить к изучению этой территории потребуются не менее 30–40 лет для эффективного освоения этих территорий. В связи с этими фактами наши взоры снова обращаются к территории Западной Сибири. За 60 лет с начала геологоразведочных работ на её территории создан мощный нефтегазовый комплекс, построены десятки

новых современных городов, в Заполярье пришла железная дорога, создана серия автомобильных дорог и линии электропередач. Совершенно очевидно, Западной Сибири необходимо второе нефтегазовое дыхание. Его появление могут обеспечить планомерные широкомасштабные работы, направленные на поиски нефти в палеозойских отложениях.

Постановка вопроса о перспективах нефтегазоносности палеозойских отложений не нова, а имеет длительную историю. Можно выделить два этапа в этой истории.

Первый относится к периоду 30–50 годов прошлого столетия. Общепринято считать, что на перспективы нефтегазоносности Западной Сибири впервые обратил внимание академик И.М. Губкин. Он считал, что мезозойский покров Западно-Сибирской равнины и подстилающие этот покров палеозойские отложения представляют собой важный плацдарм для будущих поисков нефти и газа. На фоне ярких выступлений академика в тени остались предметные исследования Томских ученых Усова М.А., Коровина М.К., Тьжнова А.В., Ильина Р.С., Высоцкого В.И., а также московских профессоров Шатского Н.С, Кудрявцева Н.А. и ряда других. Все эти ученые наиболее перспективными считали верхнее- и среднепалеозойские отложения. Перспективы нефтегазоносности Западно-Сибирской равнины они связывали с возможностью обнаружения залежей нефти во впадинах, подобных Кузбасской, Минусинской, с палеозойским осадочным заполнением, перекрытым мезозойским осадочным чехлом. Первоначально их выводы базировались на основании нахождения асфальтенов, сапропелитов и горючих сланцев в восточной части Кузбасса, а также на основании некоторого сходства между Кузбассом и Аппалачским бассейном США. Результаты достаточно большого объема бурения на структурах Южно-Минусинской межгорной впадины убедили их в правильности своих прогнозов. Было установлено, что Южно-Минусинская впадина выполнена мощными толщами осадочных пород всех систем палеозоя. В результате бурения были выявлены многочисленные нефтегазопроявления в основном в отложениях живетского яруса девона. На Быстринской площади был получен приток метана дебитом в 200 тыс. м³ в сутки. На Ново-Михайловской площади в 1956 году при бурении произошел аварийный выброс газа, последствие которого можно наблюдать и сегодня в виде небольшого не гаснущего газового факела. Ученые пришли к выводу, что мощные толщи девонских отложений генерировали большие объемы углеводородов, но значительная их часть была потеряна в период до мезозойско-кайнозойского размыва. Коровин М.К. и ряд других геологов считали, что в пределах Западно-Сибирской низменности в условиях перекрытия палеозойских отложений юрскими могли формироваться самостоятельные бассейны массовой генерации углеводородов в палеозойском супернефтегазоносном этаже. При этом он подчеркивал: «По ряду геологических предпосылок и разнообразным прямым и косвенным признакам нефтеносности одной из наиболее нефтеперспективных областей Западной Сибири надо признать систему структур Обь-Енисейской складчатой зоны» и далее, еще более важное, с нашей точки зрения, он писал: «В условиях Западно-Сибирской равнины успешное разрешение этих задач требует постановки, кроме того, в широком масштабе структурного бурения, которое следует начать с южных районов Чулымо-Енисейской впадины и Томского района».

Второй этап поиска нефти и газа в палеозойских отложениях состоялся в середине 70х начале 80х годов прошлого столетия. В этот период реализовалась целая программа по оценке перспектив нефтегазоносности палеозоя. Он стал возможен благодаря гигантским усилиям и авторитету академика А.А. Трофимука. Детальный анализ геологических результатов этого этапа с обоснованием высоких перспектив нефтегазоносности палеозойских отложений А.А. Трофимук привел в своей монографии [2]. В связи с этим отметим только важнейшие результаты этого этапа. Промышленная нефтегазоносность палеозойских отложений, или, по крайней мере, зоны его стратиграфического несогласия, установлена на всем протяжении Западной Сибири. С юга на север она выявлена в Новосибирской области, среднем течении реки Оби и на Ямале. В пределах Нюрольской впадины, где проводились наиболее масштабные работы по оценке перспектив нефтегазоносности палеозоя, было открыто 13 залежей углеводородов. Геохимики признали наличие палеозойской нефти, принципиально отличающейся от юрских и меловых. Из-за больших глубин вскрыть базальные пласты палеозоя не удалось, тем не менее, максимальные притоки нефти из палеозойских отложений составили 400 м³/сутки на Малоичской площади. Несмотря на неопровержимые данные о наличии нефти в палеозое, большая группа видных ученых считает нефть в палеозойских отложениях юрской нефтью, поступившей из юрских, прилегающих к палеозойским, отложений. При этом ими не учитываются не проницаемые для латеральной миграции юрские отложения, примыкающие к палеозойским. Кроме того, необходимо отметить, что не нашло отражения в обобщающей работе академика А.А. Трофимука, на всех площадях где были вскрыты палеозойские залежи в меловых и юрских отложениях мы видим продуктивные залежи нефти или газа. В связи с этим возникает закономерный вопрос: не являются ли эти залежи перераспределением палеозойских залежей?

Третий этап поиска нефти и газа в палеозое только зарождается. Нет с нами яростного и авторитетного борца за палеозойскую нефть Западной Сибири А.А. Трофимука, но есть геологическая школа политехников – верных последователей своих учителей А.М. Усова, М.К. Коровина, которые верили в палеозойскую нефть Западной Сибири. И главное – есть требование времени вернуться к этой проблеме.

Полностью разделяя их взгляды и взгляды А.А. Трофимука, необходимо отметить, что в последние десятилетия были получены дополнительные данные о нефтегазоносности Минусинских впадин. Проведенные детальные радиогеохимические исследования группой ученых Томского политехнического под руководством профессора Рихванова Л.П. и его соратника, доцента Соболева И.С., позволили наметить не только границы Ново-Михайловского месторождения, но и границы рядом расположенных пока неизвестных перспективных зон. Близкие результаты были получены после квантово-оптической обработки фотоснимков территории Ново-Михайловской площади, выполненные под руководством доцента Ростовцева В.Н. Все эти результаты получили своё подтверждение в процессе бурения поисковой скважины в пределах этой площади в 2011 году, когда из

девонских отложений был получен мощный аварийный выброс газа с аномально высоким пластовым давлением и ориентировочным дебитом до 1 млн. м³/сутки. Совершенно по-новому отнеслись доцент Томского политехнического университета Васильев Б.Д. и профессор Серебренникова О.В. к естественным выходам нефти в урочище Сохочул и антраксолитам в нескольких куэстах, расположенных над естественными выходами нефти. После детального изучения этих нефтепроявлений и нефтяных пленок, которые наблюдаются в некоторых колодцах, выкопанных населением для водоснабжения в районе поселка Ши́ра. Они пришли к выводу о возможности наличия в этом урочище нефтяного месторождения. С помощью квантово-оптической фильтрации наземных снимков в этой зоне фрагментарно были намечены границы этого месторождения. Таким образом, смелые выводы наших предшественников нашли свое подтверждение в конце 20 и начале 21 века и укрепили в нас уверенность, что палеозойские отложения Западной Сибири – высокоперспективный объект, способный превратиться в супернефтегазоносный этаж. Исследования, проведенные доцентом политехнического университета Столбовой Н.Ф. после обработки kernового материала, отобранного из палеозойских отложений в скважинах, пробуренных на юге Западной Сибири, показали многоуровневое развитие нефтематеринских пород в разрезе палеозоя от нижнего девона до ордовика и силура. Нефтематеринский потенциал этих отложений многократно превосходит нефтематеринский потенциал баженовской свиты. Региональные сейсмические профили 2Д проведенные в 2008–2010 годах в Тегульдетской впадине, не только выявили слоистое строение палеозойских отложений на юге Западной Сибири, но и наместили аномалии типа залежь. Еще более убедительные свидетельства, указывающие на перспективность палеозоя, были получены в зоне слияния рек Обь и Томь. Более 50 лет земли этого района большинством исследователей, за исключением профессоров политехнического Коровина М.К. и Запывалова Н.П. считаются бесперспективными. В начале этого века у села Трубачево сотрудниками политехнического были обнаружены естественные выходы природного газа метанозотового и азотнометанового состава вдоль тектонического разлома. Радиогеохимические, магнитометрические, электроразведочные исследования в комплексе со снеговой съемкой, с квантово-оптической фильтрацией космоснимков этой территории позволили прийти к выводу о наличии в Шегарском, Томском, Кривошеинском районах ряда аномалии типа залежь. Обработка космоснимков позволила наметить границы ряда прогнозируемых месторождений углеводородов. Все эти работы в основном выполнялись под руководством профессоров и непосредственном участии сотрудников политехнического профессоров Рихванова Л.П., Ерофеева Л.Я., доцентов Соболева И.С., Меркулова В.П., Ростовцева В.Н., Ростовцева В.В. Скважина, заложенная на основании этих данных и пробуренная со вскрытием палеозоя на 168 метров, в интервале 1360–1400 м зафиксировала зону с повышенными нефтегазоподказаниями от 2 до 7%, а в интервале 1462–1472 м до 2,5% (рис. 1).

В кернах, отобранных из палеозойских отложений, отмечались признаки газа. При испытании палеозойских отложений из трубного пространства отмечалось выделение газа и при обратной промывке были получены признаки нефти. По данным сейсмопрофилей, полученных после проведения МОГТ 2Д, отчетливо прослеживаются палеоврезы рек Томи и Оби и флюиднодинамические потоки, по путям которых и идет разгрузка залежей углеводородов в виде естественного газопроявления. В палеозойских врезках отчетливо прослеживается слоистая структура палеозойских образований, благоприятных для формирования залежей шнуркового типа (рис. 2).

Учитывая огромную протяженность реки Оби и мощь её притоков типа рек Томи, Кети, Чулыма и других, можно с уверенностью утверждать: выявленные врезы на территории Западной Сибири будут иметь широкое распространение. Выявленный новый тип ловушек в палеозойских отложениях значительно повышает их перспективы нефтегазоносности. Приведенные данные позволяют не только прийти к выводу о высоких перспективах нефтегазоносности палеозойских отложений на юге Западной Сибири, но и дать некоторые рекомендации, направленные на ускорение воспроизводства запасов нефти и газа в палеозойских отложениях.

Во-первых, необходимо вернуться к широкомасштабным геологоразведочным работам на нефть и газ в палеозойских отложениях. Во-вторых, поиск месторождений в палеозоя необходимо проводить в районах, где они перекрыты мезозойско-кайнозойскими осадками не более 800–100 м, что позволит при бурении скважин 2800–3000 м вскрыть базальные пласты, которые должны обладать наиболее эффективными коллекторскими свойствами. В-третьих, первоочередными объектами поиска должны стать районы байкалид, в пределах которых были более благоприятные условия для формирования промежуточного этажа фундамента.

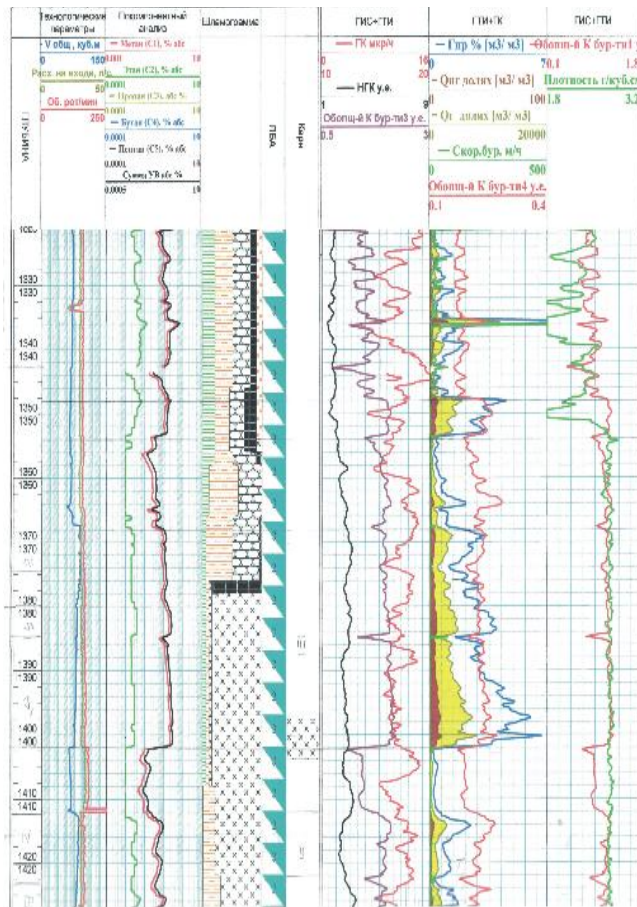


Рис. 1. Геолого-геохимический разрез скважины №7 Трубачевского ЛУ с интервалами повышенных газопоказаний в палеозойских отложениях

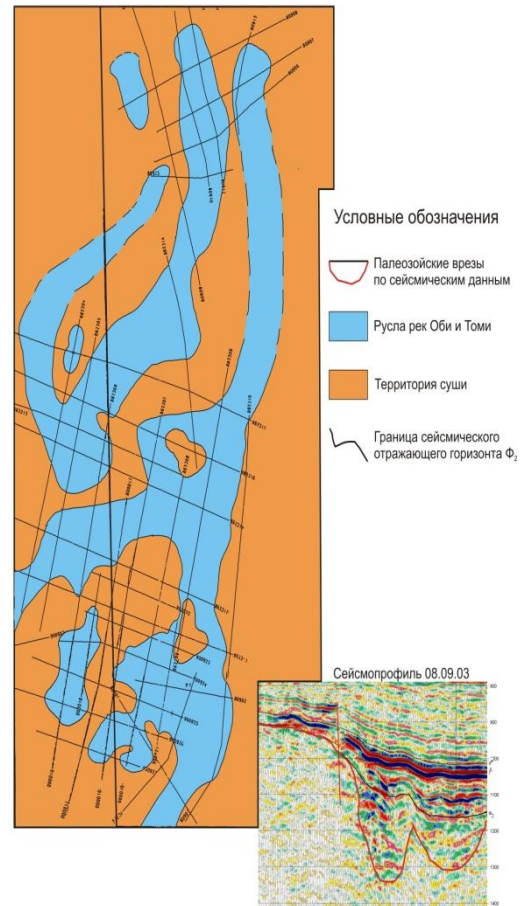


Рис. 2. Палеозойские впадины русел рек Томи и Оби – перспективные объекты для формирования залежей нефти и газа шнуркового типа

И наконец, в-четвертых, существенно должна поменяться методика поиска палеозойских залежей. На первый план должна выйти квантово-оптическая фильтрация космоснимков, способная выявлять границы прогнозируемых месторождений. Выявленные ею прогнозируемые месторождения должны заверяться детальными радиогеохимическими, высокоточными магнитометрическими, электроразведочными работами, и только после этого необходима постановка сейсмических и буровых работ. Для наращивания крупных запасов нефти и газа на юге Западной Сибири палеозойским отложениям нет альтернативы.

Литература

1. Брехунцов А.М., Нестеров И.И. Нефть битуминозных глинистых, кремнисто-глинистых и карбонатно-кремнисто-глинистых пород // Горные ведомости, 2011.– № 6. – С. 30-61.
2. Трофимук А.А. Сорок лет борения за развитие нефтегазодобывающей промышленности Сибири. – Новосибирск: Из-во СО РАН, НИЦ ОИГТМ, 1997. – 369 с.

ОСНОВНЫЕ ЭТАПЫ ФОРМИРОВАНИЯ ПАЛЕОБАССЕЙНОВ ВОСТОЧНО-ЕВРОПЕЙСКОЙ ПЛАТФОРМЫ И ИХ ТИПЫ

Я.Е. Железнова, С.Л. Каламаров, А.А. Книппер

Научные руководители профессор В.П. Гаврилов; профессор В.С. Шейн

Всероссийский научно-исследовательский геологический нефтяной институт, г. Москва, Россия

В пределах российской части Восточно-Европейской платформы (ВЕП) на 01.04.2009 г. обнаружено 2062 месторождения нефти и газа. Из них в Волго-Уральском НГБ – 1715, Тимано-Печорском – 251, Балтийском – 40, Прикаспийском – 41, Днепровско-Припятском – 15 [2]. Указанные нефтегазоносные бассейны формировались на протяжении длительного времени рифея-палеозоя.

На основании палеогеодинамических реконструкций [1, 2] нами определены основные этапы их образования: 1 – авлакогенов, рифтогенеза (R_{1-2}), 2 – надрифтовых депрессий, пассивных континентальных

окраин (V), 3 – орогенов столкновения плит, инверсии в палеобассейнах (С), 4 – повторного рифтогенеза и пассивных континентальных окраин (O–S), 5 – пассивных континентальных окраин ($D_1^2-C_1$), 6 – орогенов столкновения плит и инверсии (C_2-T_1), 7 – изостазии и расчленения бассейнов на блоки (T_3-KZ).

Наиболее ранний этап формирования палеобассейнов связан с образованиями континентальных авлакогенов, начиная с раннего рифея. Наиболее выраженным авлакогеном на краю платформы в это время являлся Калтасинский, где мощность осадочных пород превышала 5000 м. Грабен выполнен морской доломитовой формацией. Менее значительные площади распространения пород и мощности нижнего рифея отмечены во внутренней части платформы: Юлово-Ишимский грабен (150–250 м) и Онежский грабен (до 2200 м). Внутриплатформенные грабены заполнены континентальными терригенными и молассовыми породами. Этап континентального рифтогенеза (внутриконтинентального в центре платформы, окраинно-континентального на востоке и северо-востоке) продолжился в среднем и позднем рифее. В это время зародились Пачелмский, Абдулинский, Кажимский и другие рифтовые прогибы, расширилась площадь осадконакопления в Калтасинском авлакогене. В венде рифты и авлакогены затухают, но начинают формироваться пассивноокраинные формации на востоке ВЕП и формации надрифтовых депрессий – на северо-западе. В кембрии осадочные бассейны не пополнялись осадочными породами практически на всей площади платформы за исключением северо- и юго-запада палеоконтинента, где отлагались породы морской кварцево-песчанниковой формации мощностью до 100 м в надрифтовых депрессиях и до 1000 м в пределах Львовского прогиба Украины. В ордовике – силуре вновь возрождается рифтогенез и накапливаются осадки как в центре так и на востоке платформы. В пределах Тимано-Печорского блока они отлагались в условиях пассивной окраины. В среднем и позднем девоне формировались пассивные континентальные окраины (Предуральская, Эмбенская, Астраханская). К Предуральской окраине, начиная с конца среднего девона и до перми, приближались и сталкивались с платформой островные дуги. Сперва к палеоконтиненту присоединились Сакмарская дуга (O), а затем Ирндекская и Магнитогорская ($S-C_1$). В результате была деформирована Предуральская пассивная окраина, образовались Уральский ороген столкновения плит, Предуральский предорогненный прогиб, надвиги.

В мезозое и кайнозое преобладали процессы изостазии и вертикальные тектонические движения, приведшие к расчленению упомянутых структур на разновеликие блоки земной коры.

В конечном счете в пределах ВЕП и ее обрамления были сформированы основные прогибы (рис.), послужившие основой для формирования нефтегазоносных (Волго-Уральского, Прикаспийского, Тимано-Печорского, Балтийского и Донецко-Припятского) бассейнов и потенциально-нефтегазоносных бассейнов (Московский, Мезенский).

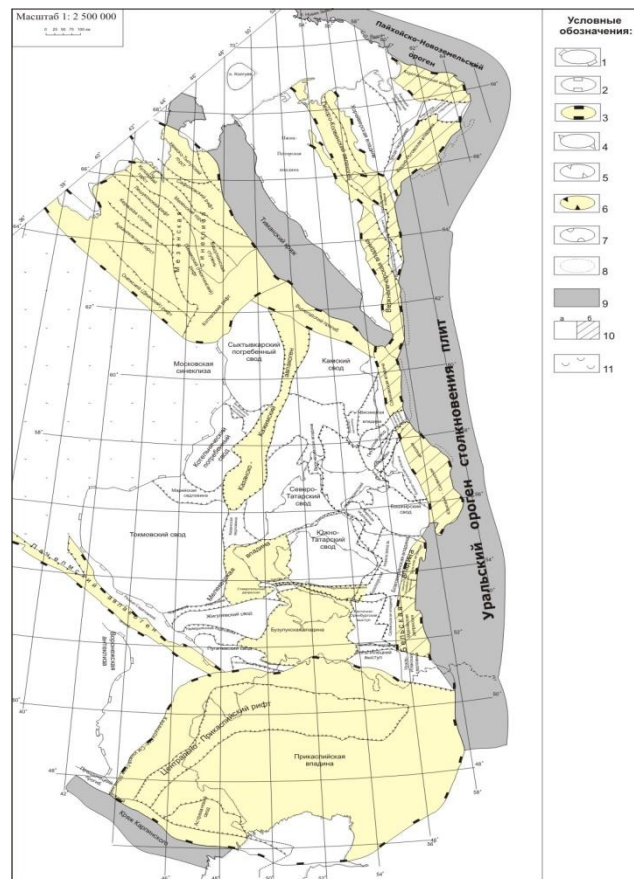


Рис. Карта размещения отрицательных структур Восточно-Европейской платформы с расположением

прогибов – объектов исследования

Крупнейшие структурные элементы: 1 – положительные (антеклизы), 2 – отрицательные (синеклизы, краевые прогибы), 3 – то же – объекты исследования. *Крупные и средние структурные элементы:* 4 – положительные (своды, мегавалы), 5 – отрицательные (впадины, прогибы), 6 – то же – объекты исследования; 7 – Камско-Кинельская система прогибов, 8 – зоны надвигов, перспективные на нефть и газ, 9 – орогены столкновения плит, 10 – пассивные окраины: а – внутренние зоны, б – внешние зоны, 11 – надрифтовые депрессии.

К бассейнам рифтов и надрифтовых депрессий относится Московский ПНГБ, рифтов и надрифтовых прогибов – Днепровско-Припятский ГНБ; Волго-Уральский, Тимано-Печорский, Прикаспийский, Балтийский НГБ принадлежат к типу бассейнов пассивных континентальных окраин.

Литература

1. Гаврилов В.П. Геодинамика: Учебник для ВУЗов. – М.: Макс Пресс, 2007. – 346 с.
2. Шейн В.С. Геология и нефтегазоносность России. – М.: ВНИГНИ, 2006. – 776 с.

**УТОЧНЕНИЕ ГЕОЛОГИЧЕСКОГО СТРОЕНИЯ И ПРОГНОЗ РАЗВИТИЯ ЗОН
КАРБОНАТИЗАЦИИ В ВЕРХНЕЮРСКИХ ОТЛОЖЕНИЯХ НА ТАЛОВОЙ ПЛОЩАДИ****А.Р. Залялиева**

Научный руководитель доцент О.С. Чернова

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

На многих месторождениях Западной Сибири, в том числе и на Таловой площади Игольско-Талового нефтяного месторождения, сложность строения основного продуктивного пласта Ю₁² связана с присутствием в разрезе значительного количества карбонатизированных пропластков и полифациальным строением. Пространственное распределение этих геологических особенностей определяет внутреннюю неоднородность пласта.

В настоящее время для детального изучения пространственной анизотропии пород-коллекторов и построения геологических моделей используются данные геофизических исследований скважин (ГИС), а также гидродинамические и сейсмические исследования. Вследствие ограниченного бурения скважин с выносом керна и использование последней по большей части для определения фильтрационно-емкостных петрофизических параметров (ФЕС), малое внимание уделяется изучению диа- и эпигенетических изменений пород-коллекторов. В то же время значительное число исследователей отмечают огромное влияние процессов диагенеза на ФЕС пород. Одним из таких процессов является карбонатизация, в результате которой происходит значительное уменьшение порового пространства и последующая гидродинамическая разобщенность резервуара. Поэтому не вызывает сомнений тот факт, что прогноз развития зон карбонатизации является очень важной задачей [1, 2].

Для обнаружения геологической неоднородности и прогноза развития на площади зон карбонатизации были решены следующие задачи: 1) для определения пространственного положения фаций и выявления трендов седиментации построена седиментологическая модель пласта Ю₁²; 2) обоснована модель его карбонатизации; 3) установлены корреляционные зависимости между петрофизическими характеристиками карбонатизированных пород и амплитудой сейсмической записи; 4) проведен анализ сеймики 3D для прогноза развития зон карбонатизации в пределах площади; 5) с учетом выявленной неоднородности построена уточненная геологическая модель пласта.

Концептуальная седиментологическая модель. Создание модели фаций сопровождалось оценкой палеогеографической обстановки, идентификацией литофаций и выявлением генетических признаков по керну скважин, увязкой детального макроописания керна с данными ГИС, построением схем корреляции для оценки площадного распространения, изучение месторождений-аналогов. Стоит отметить, что вышеописанная последовательность действий была по очереди применена для двух изучаемых пластов: Ю₁² и Ю₁^{2А}.

В целях определения обстановки осадконакопления идентификация литофаций на основе текстурно-структурного анализа является недостаточной, поскольку характеризует только процесс седиментации. Следовательно, необходим анализ, как вертикальной последовательности, так и латеральной. Для этого были построены схемы корреляции в 2-х разных направлениях для оценки площадного распространения, выдержанности мощностей литофаций, морфологии песчаных тел и направления их ориентировки [5].

Принимая во внимание все выявленные седиментологические особенности, обстановка осадконакопления для регрессивного цикла может быть определена как прибрежно-морской грядовый комплекс, сформированный под влиянием волновой и приливно-отливной деятельности (рис. 1). Для трансгрессивного цикла она была определена как баровая постройка эпиконтинентального мелководного моря при преобладании низкоэнергетической волновой активности и привносе осадка. Результатом определения литофаций и оценки латерального распространения стали построенные карты литофаций, используемые в дальнейшем в качестве тренда в фациальном моделировании [6, 7].

Прогноз развития зон карбонатизации.

В разрезе можно выделить несколько типов карбонатизированных пропластков. Первый тип – это светло-серый мелкозернистый крепкоцементированный песчаник с обилием известковистой фауны по всему

интервалу. Второй тип – представлен темно-серыми мелкокристаллическими мергелями с системой разнонаправленных трещин залеченных кальцитом.

Неоднородная карбонатная цементация приводит к возникновению вертикальной зональности, когда слабцементированные породы пласта Ю₁² перемежаются с крепкими карбонатизированными песчаниками. Стоит отметить, что положение карбонатизированных прослоев в пространстве не связано с положением литофаций. В основном кристаллизация карбонатов наиболее широко проявляется в кровельной и подошвенной частях песчаных пластов и внутри их на контакте с практически непроницаемыми глинистыми породами. Этот факт говорит о возможности отжатия седиментационных вод в коллектор из глин в процессе уплотнения последних [2].

Выделение плотных прослоев по данным ГИС, в основном, проводилось по прямым качественным признакам. Известно, что пластовые скорости продольных волн для чистых песчаников меньше, чем для карбонатизированных (для отложений васюганской свиты различие доходит до 20%). Плотность чистых песчаников изменяется от 2,1 до 2,4 г/см³, тогда как для карбонатизированных разностей она составляет 2,4–2,7 г/см³. Ввиду понижения пористости в карбонатных прослоях показания нейтронного каротажа характеризуются завышенными значениями (усл. ед.). Значения сопротивления на электрических каротажах для плотных карбонатизированных разностей завышенны [3].

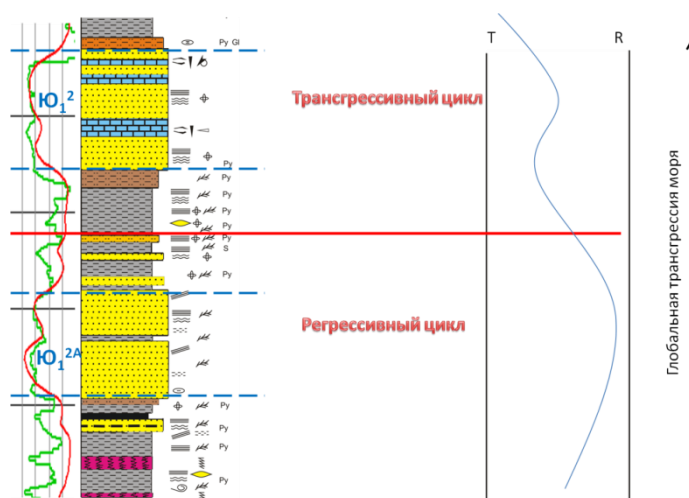


Рис. 1. Циклы осадконакопления

Для того, чтобы доказать прямую зависимость между карбонатностью и значениями нейтронного каротажа были построены следующие корреляционные связи «карбонатность – значения НКТ» и «плотность – значения НКТ». Выяснилось, что карбонатизация и плотность имеют прямую зависимость со значениями нейтронного каротажа, а, следовательно, он может использоваться для качественного выделения карбонатизированных прослоев в исследуемом разрезе. В дополнение была рассчитана акустическая жесткость среды, которая является продуктом перемножения плотности среды и скорости прохождения в ней упругой волны. После расчета акустической жесткости, для того чтобы убедиться, что повышенные значения импеданса соответствуют карбонатизированным прослоям, была построена зависимость «акустическая жесткость – карбонатизация», определенная по керну. Коэффициент корреляции получился свыше 0,7.

Для определения пространственного положения карбонатизированных зон использованы данные сейсмоки. В качестве входных данных послужил 3D сейсмический куб амплитуд, который был пересчитан в куб акустической жесткости. Такая процедура сейсмической инверсии позволяет существенно улучшить вертикальное разрешение разреза и получить наиболее подходящее соотношение сигнал/помеха. Входными данными для ее проведения являются сейсмическая амплитуда и каротажи акустической жесткости, которые используются в качестве данных тренировки [4].

Используя куб акустической жесткости, была построена карта извлеченных значений. Данная карта более подробно обнаруживает участки развития карбонатизированных пропластков, но все же не является достаточно точной для создания карты трендов. Для выполнения этой задачи было решено построить карты разностей импеданса различной степени сглаживания. Наиболее ясную картину дала карта наибольшего значения разности (рис. 2). Эта карта была использована как основа для создания карты тренда развития карбонатизированных зон при построении геологической модели.

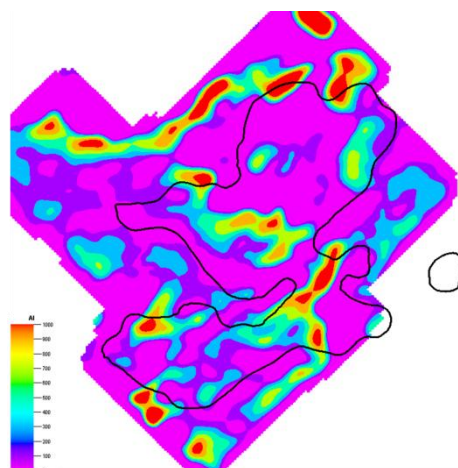


Рис. 2. Карта разностей сглаженных значений акустического импеданса (25–300 итераций сглаживания)

Данная методика для выделения карбонатизированных зон, а соответственно и оценки неоднородности по сейсмическим данным с учетом уточненной фациальной модели, основана на анализе набора геофизических и петрофизических данных и выявления зависимости между карбонатностью породы и ее акустической жесткостью, позволяющей коррелировать распространение карбонатизированных пропластков с локальным увеличением амплитуды сейсмической записи. Применение методики позволяет строить более детальные и уточненные трехмерные геологические модели, которые используются как основной входной параметр для гидродинамического моделирования. Последнее в свою очередь является неотъемлемым атрибутом анализа состояния разработки месторождения и ее оптимизации.

Литература

1. Кошовкин И.Н., Белозеров В.Б. Отображение неоднородностей терригенных коллекторов при построении геологических моделей нефтяных месторождений. – Томск: Известия Томского политехнического университета, 207. – т. 310. – №2. – С. 26-32
2. Лебедев Б.А. Геохимия эпигенетических процессов в осадочных бассейнах. – Л.: Недра, 1992. – 239 с.
3. Меркулов В.П. Геофизические исследования скважин. Томск: Изд-во Томского Политехнического Университета, 2008. – 181 с.
4. Разин А.В., Меркулов В.П., Чернов С.А. Современные методы изучения месторождений сейсморазведкой. – Томск, 2004. – 447 с.
5. Чернова О.С. Литолого-фациальный и формационный анализ нефтегазоносных толщ: Учебное пособие по короткому курсу – Томск: Изд-во ЦППС НД, 2007. – 250 с.
6. Fruit D.J., Elmore R.D. Tide and storm-dominated sand ridges on muddy shelf: Cottage Grove Sandstone, Northwestern Oklahoma, Bulletin of AAPG, 1988. – P. 1200-1211
7. Reading H.G. Sedimentary Environments: Processes, Facies and Stratigraphy. Department of Earth Sciences, University of Oxford, 1996
8. Ulmishek G.F. Petroleum Geology and Resources of the West Siberian Basin, Russia, U.S. Geological Survey Bulletin 2201 – G, 2003

ПРОБЛЕМЫ ОСВОЕНИЯ КОНТИНЕНТАЛЬНОГО ШЕЛЬФА БАРЕНЦЕВА МОРЯ

К.М. Зелинко

Научный руководитель доцент О.С. Чернова

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Общий рост потребности в углеводородном сырье и все возрастающая степень освоения запасов на континентах обусловили резкую активизацию поисково-разведочных работ в акваториях Мирового океана.

Основные потенциальные ресурсы углеводородного сырья на нашей планете сосредоточены на континентальном шельфе. Российская Федерация располагает морским шельфом общей площадью более 6 млн. км², из них около 4,2 млн. км² являются перспективными на нефть и газ. По прогнозным оценкам, начальные извлекаемые энергетические ресурсы шельфа составляют 16 млрд. т. нефти и более 82 трлн. м³ газа. Из них около 80% сосредоточено в Арктике. Среди арктических морей важнейшее значение имеет Баренцево, характеризующееся наибольшей геологической изученностью по сравнению с территориями других арктических морей. Континентальный шельф этого моря по газовому потенциалу уступает только Западной Сибири. Здесь уже подготовлено к промышленному освоению уникальное по запасам газа Штокмановское газоконденсатное месторождение (3661,5 млрд. м³). В случае реализации этого проекта Штокмановское месторождение станет одним из крупнейших в мире среди находящихся в разработке. Если геологические условия в районе месторождения весьма благоприятны, то природные условия являются крайне сложными. Они характеризуются

такими факторами, как предельно низкие температуры, сложнейшие ледовые условия, штормовая обстановка, сильнейшие ветры, полярные циклоны, значительная удаленность от берега. Ни один шельфовый проект в мире не был пока реализован в подобных климатических условиях. Также известны Ледовое газоконденсатное (422,1 млрд. м³), Луддовское газовое (211,2 млрд. м³), Мурманское газовое (120,6 млрд. м³) месторождения. Суммарные запасы газа категорий АВС₁ + С₂ на континентальном шельфе Баренцева моря составляют 4469,9 млрд. м³ [1, 3].

Тем не менее, регион характеризуется слабой изученностью. Фактически геологоразведочные работы не ведутся с 1993 года в связи с развалом СССР и прекращением финансирования. На сегодняшний день геолого-геофизическая изученность континентального шельфа России по количеству пробуренных скважин и плотности сейсмических работ в десятки и сотни раз отстает от Норвегии, Дании, Великобритании и ряда других стран, которые, в свою очередь, организуют широкомасштабные исследования в Арктике с использованием новейшей техники и оборудования. К примеру, та же Норвегия, приступившая к изучению шельфа одновременно с СССР, спустя 40 лет после начала этих работ добывает в Северном море свыше 250 млн. т углеводородов и является лидером в производстве оборудования и проведении технических операций на морских месторождениях. Россия же так и не смогла приступить к разработке месторождений даже в Баренцевом и Карском морях. Средняя плотность покрытия сейсмическими профилями составляет лишь 0,24 км/км². Однако уже имеющиеся данные позволяют с уверенностью утверждать, что арктический шельф обладает поистине уникальными ресурсами углеводородов. Весьма возможно, при дальнейшем исследовании будут пересмотрены существующие представления о величине запасов и ресурсов в сторону их увеличения [1, 2].

Проблем освоения шельфа Баренцева моря много, одна из ключевых – высокая себестоимость добычи, обусловленная, в первую очередь, нахождением в широтах с тяжелыми климатическими условиями. Критические отрицательные температуры потребуют стойких как людских, так и технических ресурсов. Конечно, даже при высокой себестоимости освоения ресурсов в наиболее перспективных арктических районах шельфа открытие гигантских и уникальных по запасам месторождений уравнивает риски и компенсирует затраты по разведке и освоению месторождений. Однако срок окупаемости инвестиций достаточно длителен – он может растягиваться на десятилетия. Также стоит учитывать, что в подобных условиях последствия загрязнения окружающей среды будут необратимыми. При низких температурах замедляется разложение загрязняющих веществ, причем ни одна компания мира не имеет опыта аварийных работ по предотвращению последствий разливов нефти в акваториях Арктики. В связи с этим, необходима синхронизация нормативно-правовой базы, разработка методов прогнозирования и моделирования возникновения кризисных ситуаций, в том числе в результате катастрофических природных явлений; развитие тренинга и подготовки квалифицированных кадров для ликвидации последствий разливов нефти [4].

Ситуация усугубляется слабой научной базой и отсутствием технологий, позволяющих провести глубоководную разработку, включая подледную. В настоящее время научно-исследовательский флот Министерства Природных Ресурсов России насчитывает около 11 специализированных судов, причем все они – преимущественно советской постройки. Средний износ научного флота превышает 75%. В данной плачевной ситуации предпринимаются попытки взаимодействия предприятий нефтегазового и оборонного комплексов для создания необходимых транспортных средств, промышленных объектов, однако они носят единичный характер и находятся в стадии становления. Иначе говоря, нужно строить инфраструктуру с нуля, на что уйдет не один десяток лет [1].

В условиях отсутствия необходимых технологий и опыта резонно предложить взаимодействие с иностранными концернами, имеющими передовой мировой опыт и инновационно-технические решения по обустройству и разработке месторождений на шельфе. Из-за высокой капиталоемкости освоения шельфовых месторождений и длительных сроков окупаемости проектов, разработка арктических месторождений на основе действующей системы налогообложения, как правило, малопривлекательная. В сложившейся ситуации верным решением является создание соглашения о разделе продукции. Такие примеры существуют в мировой практике – например, крупнейшее месторождение Prudhoe-Bay на Аляске разрабатывается консорциумом из 15 компаний. Подобный опыт сотрудничества на основе соглашения о разделе продукции имеется и в Дальневосточной НПП на Сахалинских месторождениях, где оказался удачно найденный баланс интересов инвесторов и государства, при котором нефтегазовые компании получили относительно надежные гарантии стабильности заключенных контрактов на весь срок освоения месторождений. Однако недостатки российской нормативно-правовой базы, ее непрозрачность и запутанность, а также действующая налоговая система, сводящая разработку таких проектов к грани или за грань рентабельности, существенно тормозят процесс сотрудничества. Ситуацию могут изменить своевременно принятые поправки в законодательство, нацеленные на создание благоприятных условий для сотрудничества с компаниями-лидерами в области технологий разработки сложных шельфовых месторождений. При этом не стоит допускать сосредоточения в руках иностранных компаний контрольного пакета акций [6].

Опыт развитых морских стран показывает, что освоение морских месторождений углеводородов потребовало не только привлечение новых технологий освоения, но и высококлассных специалистов, подготовленных для работы в новых сложных условиях. Сам характер и масштаб предстоящих работ только в Баренцевом море говорит о том, что без квалифицированного, подготовленного и обученного персонала по широкому кругу специальностей в области освоения шельфовых месторождений углеводородов, предстоящие задачи не решить. Однако, несмотря на амбициозные планы отечественного правительства и отечественных компаний по освоению нефтегазовых месторождений российского шельфа, подготовке и воспитанию квалифицированных специалистов для работы на шельфе до сих пор не уделяется должного внимания. К сожалению, нет и преподавателей, способных поделиться опытом и знаниями в данной сфере. Подготовка

кадров, отвечающих высоким требованиям сложных арктических условий и способных эффективно оперировать сложной техникой, должно уделяться строгое внимание на государственном уровне [8].

Наконец, ситуацию осложняют территориальные споры между Россией и странами Запада о принадлежности огромной спорной территории. Наличие «серой зоны» – территории спорной юрисдикции между Россией и Норвегией долгое время накладывало мораторий на какие-либо геологоразведочные работы спорных районах Баренцева моря [5].

Таким образом, существует реальная опасность того, что российская нефтяная промышленность не успеет разработать континентальный шельф к моменту полного использования имеющихся материковых и морских месторождений. Для этого нет ни материально-технической базы, ни договоренности с крупными энергетическими компаниями, ни юридических предпосылок, так как международное сообщество еще признало однозначные права России на ее шельфовую зону. Такие перспективы предполагают развитие ситуации в двух направлениях: активного поиска надежного партнера с крупными месторождениями нефти и активизации научно-исследовательских работ на территории российского шельфа. И в обоих направлениях уже достигнуты определенные результаты. Создана договоренность о разработке Штокмановского месторождения с компаниями StatoilHydro и Total, на основе соглашения о раздельной продукции. Приняты поправки в закон «О недрах», регулирующий деятельность иностранных компаний на российских месторождениях. Растет запланированность сейсмических работ на территории шельфов Баренцева, Печорского, Карского морей. Ведется подготовка кадров для освоения морских месторождений на базе РГУ нефти и газа им. И.М. Губкина и Мурманского государственного технического университета. Иными словами, государство на различных уровнях принимает отдельные меры по улучшению ситуации, однако пока они не имеют налаженный системный характер.

Разработка шельфа Баренцева моря и других арктических морей имеет стратегическое значение для России, так как позволит значительно укрепить экономику и существенно повысить жизненный уровень населения северных районов европейской части страны. Кроме того, укрепление топливно-энергетического баланса Севера России и начало освоения шельфа арктических морей в период 2015–2020 гг. должны сыграть стабилизирующую роль в динамике добычи нефти и газа, компенсируя отмеченный в последнее время спад уровней добычи по континентальным месторождениям [7].

Таким образом, только комплексное решение создавшихся проблем может эффективно и, главное, экологически безопасно развивать авангард арктических ресурсов – шельф Баренцева моря, что в будущем позволит нашей стране совершить не только технологический рывок, но и обеспечить мощный источник энергетической стабильности, а значит, и устойчивого развития нашего государства.

Литература

1. Бондаренко Л.А. Арктическая зона России. Углеводородные ресурсы: проблемы и пути их решения. – М: ИАЦ «Энергия», 2009. – 120 с.
2. Глэмберг И.С., Лавёров Н.П. Арктика на пороге третьего тысячелетия (ресурсный потенциал и проблемы экологии). / Гл. ред. Глэмберг И.С., Лавёров Н.П. (коллектив авторов). – СПб: Наука, 2000.
3. Каламкар Л.В. Нефтегазоносные провинции и области России и зарубежных стран: учебник для вузов. — М.: Нефть и газ, 2005. – 576 с.
4. Каминский В.Д., Супруненко О.И., Вискунова К.Г. Нефтегазовые ресурсы российского арктического шельфа и пути их освоения // Нефтяное хозяйство. – Москва, 2004. – №9. – С. 66-69.
5. Лебедев И. "Сырые переговоры" о серой зоне // Нефть России. – Москва, 2004. – № 1. – С. 66-70.
6. Субботин М. «Нефтяная игла» с Дальнего Востока // Нефть России. – Москва, 2011. – № 11. – С. 60-63.
7. Основы государственной политики РФ в Арктике на период до 2020 года и дальнейшую перспективу. Пр-1969 от 18.09.2008 г.
8. Шмаль Г.И. Морские проекты: Зона наибольших рисков // Нефть, Газ, Промышленность. – Москва, 2006. – № 6. – С. 36-40.

ОБОСНОВАНИЕ КОЭФФИЦИЕНТА ИЗВЛЕЧЕНИЯ НЕФТИ (КИН) ВОРОНЕЖСКОЙ ЗАЛЕЖИ НЕКРАСОВСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

Е.Ю. Зобова

Научный руководитель научный сотрудник Р.Н. Брайчук

Белорусский научно-исследовательский и проектный институт нефти, г. Гомель, Беларусь

Коэффициент нефтеизвлечения (КИН) характеризует полноту извлечения нефти из выработанной или предположительно выработанной залежи до предела экономической рентабельности эксплуатации и является показателем завершеного процесса разработки или такого, который предполагает завершить при определенных условиях [1]. Величина КИН зависит от геологических особенностей и характеристики разрабатываемого объекта, а также от технологии и системы разработки [2].

Основные проблемы при разработке месторождений нефти в Республике Беларусь обусловлены, прежде всего, сложностью геологического строения месторождений в связи с большим количеством разрывных нарушений пород, высокой фильтрационной неоднородностью залежей нефти, а также высокой минерализацией и солевой агрессией пластовых вод. Все эти факторы оказывают значительное влияние на основные параметры подсчета запасов нефти и газа, а следовательно и на КИН.

В 2001 г. был выполнен оперативный подсчет запасов нефти Некрасовского месторождения. По состоянию на 01.01.2011 г. на балансе РУП «Производственное объединение «Белоруснефть» по воронежской залежи нефти Некрасовского месторождения числятся запасы нефти категории C_1 в количестве: 264 тыс. т геологических и 53 тыс. т извлекаемых, подсчитанные в 2001 г.

Накопленная добыча нефти за весь период разработки залежи (по состоянию на 01.01.2011 г.) составляет 52,3 тыс. т, остаточные извлекаемые запасы – 0,7 тыс. т. Среднегодовая добыча нефти за последние три года составляет порядка 4 тыс. т. Следовательно, при существующих условиях работы залежи (объемах добычи), при условии сохранения годового отбора на уровне 2009-2010 г.г. остаточные извлекаемые запасы обеспечат работу объекта еще примерно на три месяца.

В связи с этим, необходимо обосновать новую величину коэффициента нефтеизвлечения для воронежской залежи и уточнить начальные извлекаемые и остаточные запасы нефти.

В административном отношении Некрасовское месторождение находится в Речицком районе Гомельской области Республики Беларусь.

Месторождение расположено в восточной части Северной структурно-тектонической зоны Припятского прогиба и приурочено к Западно-Ветхинской зоне поднятий, выявленной в 1991 г. по результатам проведенных сейсморазведочных работ МОГТ [3].

Открыто месторождение в 1998 г. поисковой скважиной 16-Ветхинская, в которой получены промышленные притоки нефти из ланских и семилукских отложений.

Нефтеносность воронежской залежи установлена в 1999 г. разведочной скважиной 15-Ветхинская (дебит 5,5 м³/сут. нефти в открытом стволе). С августа 2001 г. залежь находится в пробной эксплуатации и разрабатывается скважиной 9020 (дебит 35,5 т/сут. безводной нефти).

Западно-Ветхинская структура по поверхности подсолевых отложений первоначально (1997 г.) представлялась в виде сложного тектонического блока, ограниченного с юга, юго-запада одноименным субширотным сбросом (400-760 м) и расчлененного субмеридиональными нарушениями на семь блоков. В дальнейшем результаты глубокого бурения, проведения сейсморазведочных 3D работ и комплексная переинтерпретация полученных материалов изменили представление о строении Некрасовского месторождения и Западно-Ветхинской структуры в целом [4].

В 1999 г. структура (наиболее приподнятая ее часть) представлена двумя блоками неправильной формы, ограниченных со всех сторон разрывными нарушениями различной амплитуды.

В 2006 г. повторно проведена трехмерная съемка данного участка. В результате изменилась конфигурация Западно-Ветхинской подсолевой структуры. По последним данным Некрасовское месторождение представляет собой единый блок в форме неправильного многоугольника, размерами 2,7 × 1,6 км (рис.) [3].

По условиям залегания и типу ловушки воронежская залежь нефти - пластовая, тектонически экранированная с юго-запада, запада, востока, юго-востока и литологически ограниченная с севера (граница зоны отсутствия коллектора).

По состоянию на 2011 г. залежь эксплуатируется тремя добывающими скважинами (31, 9015, 9020) механизированным способом на естественном режиме, без применения поддержания пластового давления (ППД).

Начальный период эксплуатации залежи осуществлялся на упругом режиме. С 2006 г. залежь разрабатывается на режиме растворенного газа.

Начальное пластовое давление залежи, приведенное к отметке -3775 м, равно 59,0 МПа. Текущее пластовое давление по залежи на 01.01.2011 г. составляет 19,8 МПа.

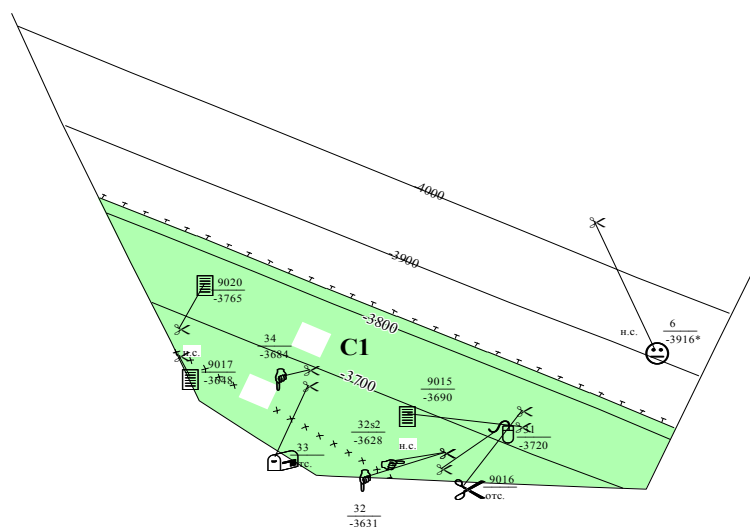


Рис. Структурная карта кровли коллектора воронежского горизонта

Физические свойства и литология коллекторов изучены по данным исследования керна. Продуктивные воронежские отложения представлены карбонатными породами (слабопористые, мелкокавернозные, трещиноватые доломиты и доломитовые известняки). Тип коллектора – каверново-порово-трещинный.

Оценка емкости пород продуктивных отложений осуществлялась по данным геофизических исследований скважин. Значения пористости изменяются от 4,0 до 6,0%, нефтенасыщенности – от 75,0 до 83,0%. Средневзвешенные по толщине их значения составляют 4,6% и 80,0% соответственно. Максимальная величина проницаемости составляет 3,6 мД, при среднем значении 2,4 мД.

Водонасыщенная часть разреза воронежских отложений не вскрыта ни одной скважиной.

Согласно СТБ ГОСТ 51858-2003 [5] нефть является малосернистой, особо легкой, малосмолистой, незначительной вязкости, парафиновой.

Учитывая геологические особенности и характеристики разрабатываемого объекта, а также технологию и систему разработки залежи, коэффициент нефтеизвлечения определен двумя методами:

Метод Я.Д. Арпса для режима растворенного газа;

Метод Гутри и Гринбергера.

В результате расчетов, выполненных по методу Я.Д. Арпса, конечный коэффициент нефтеизвлечения равен 0,312, по методу Гутри и Гринбергера – 0,297.

Для расчета начальных извлекаемых запасов рекомендуется величина КИН, определенная как средняя по двум методам и равная 0,304.

Следовательно, начальные извлекаемые запасы нефти, рассчитанные от геологических запасов, числящихся на балансе, равны 80 тыс. т, а прирост извлекаемых запасов составит 27 тыс. т. Остаточные запасы нефти по состоянию на 01.01.2011 г. равны 28 тыс. т.

Для достоверности полученных величин коэффициентов извлечения нефти выполнен расчет прогнозных технологических вариантов разработки воронежской залежи на основе геолого-гидродинамической модели Некрасовского месторождения. Рекомендуемым вариантом разработки залежи предусматривается перевод под закачку из добывающего фонда скважины 9020. Залежь будет разрабатываться в периодическом режиме скважиной 31 с попеременным поддержанием пластового давления закачкой воды в скважину 9020. По мере выбытия с семилукского горизонта на воронежский будут возвращены скважины 9017, 32s2, 35.

В результате реализации данного варианта разработка залежи завершится в 2093 г. при отборе 101% извлекаемых запасов нефти или 80,8 тыс. т и предельной обводненности продукции добывающих скважин 81,5%. За проектный период будет отобрано 28,7 тыс. т нефти. Коэффициент нефтеизвлечения составит 0,306.

Полученная величина КИН, равная 0,304, и остаточные запасы нефти в количестве 28 тыс. т рекомендуются для дальнейшей доработки воронежской залежи Некрасовского месторождения.

Литература

1. Андреев Е.А. Об основных коэффициентах, характеризующих процесс нефтеотдачи. / Тр. УфНИИ. – Уфа: Изд. Башкир. книжн., 1965. – вып. 14.
2. Овнатанов С.Т., Карапетов К.А. Вопросы полноты извлечения нефти при разработке нефтяных месторождений. – Баку, 1965. – 187 с.
3. Обработка и интерпретация сейсморазведочных работ с целью выявления, подготовки к бурению структур и детализации строения месторождений на территории деятельности РУП «Производственное объединение «Белоруснефть» / Отчет, ответственный исполнитель А.П. Вовк. – Гомель, 2007.
4. Проект разведки Некрасовского месторождения нефти. Отчет по теме: № 1-98/ УГРР; руководитель договора А.К. Доброденев. – Гомель, 1999.
5. СТБ ГОСТ Р 51858 – 2003. Нефть. Общие технические условия. – Мн.: Госстандарт, 2003. – 9 с.

ОСОБЕННОСТИ ИЗМЕНЕНИЯ ПЛАСТОВОГО ДАВЛЕНИЯ ВО «ВРЕЗОВЫХ ЗОНАХ» ТУРНЕЙСКОЙ ЗАЛЕЖИ ВЫСОКОВЯЗКОЙ НЕФТИ

Н.Ю. Ильин, Р.Ф. Вафин, Р.Р. Сурмашев

Научный руководитель доцент И.Н. Плотникова

Казанский (Приволжский) федеральный университет, г. Казань, Россия

В административном отношении нефтяное месторождение расположено в Аксубаевском районе Республики Татарстан и в тектоническом плане приурочено к северо-восточной части восточного бортового склона Мелекесской впадины.

Залежь нефти турнейского яруса является одним из трех основных эксплуатационных объектов на месторождении, важной особенностью которой является осложненность терригенными врезами бобриковского возраста.

Залежь по своему строению относится к типу массивных. Отложения турнейского возраста сложены преимущественно высокопроницаемыми известняками нескольких структурно-генетических разновидностей, характеризующихся микро- и макротрещиноватостью хаотичного и субвертикального направления, которая является основной флюидопроводящей системой (преимущественно трещинно-поровый тип). По результатам исследований пластовых и поверхностных проб, нефть залежи можно отнести к классу тяжелых, сернистых, высоковязких. Динамическая вязкость пластовой нефти турнейской залежи составляет 145,7 мПа·с.

На карте изобар начальных пластовых давлений (рис. 1) видно, что значения давлений на залежи изменяются в широких пределах от скважины к скважине, причем наблюдаются различия значений пластовых давлений в зоне эрозионного вреза и на территории с «нормальным» (безврезовым) типом разреза. Так, в скважине № 11 начальное пластовое давление равно 4,7 МПа, а в скважине № 16 – 12,1 МПа.

В результате анализа карты изобар была выявлена закономерность распределения пластового давления по территории, т.е. на территории с нормальным типом разреза пластовые давления по скважинам выше, а именно в юго-восточной части поднятия, чем там, где присутствуют эрозионные врезы. Так же подтверждением данной закономерности могут служить скважины № 2 с начальным пластовым давлением 10,3 МПа, и № 1 – 8,7 МПа, которые находятся в западной части поднятия и вскрывают нижнекаменноугольные отложения с нормальным типом разреза. Пластовое давление в этих скважинах так же значительно выше, чем в скважинах, пробуренных в зоне эрозионного вреза. Очевидно, что на территории эрозионного вреза терригенные породы, перекрывающие размытую поверхность карбонатных пород турнейского яруса, менее плотные. Отложения бобриковского горизонта представлены аргиллитами, алевролитами, углями и песчаниками и, лишь в нескольких скважинах, глинами.

Отсюда и пластовые давления на территории эрозионного вреза ниже, в отличие от пластовых давлений на территории с нормальным типом разреза, следовательно, чем дальше расположены скважины от эрозионного вреза, тем породы более плотные и, соответственно, пластовые давления выше. Перераспределение пластового давления также происходит по палеоруслу, вдоль границы эрозионного вреза, за счет литологического состава и выдержанности песчаных пород коллекторов. Это хорошо видно по карте изобар начальных пластовых давлений (рис. 1.). В связи с этим первоначальная граница эрозионного вреза по данным сейсморазведки МОГТ-2Д 2004 года была пересмотрена и перенесена.

В дальнейшем закономерность переноса границ подтвердилась сейсморазведкой МОГТ-2Д в 2008 году, дополненной гравиразведкой и электроразведкой (рис. 1) В результате построения карты изопакит терригенных отложений визейского яруса, было выявлено несколько скважин, на территории эрозионного вреза, вскрывшие терригенные отложения с наибольшей толщиной (рис. 2).

Например, скважина № 14 с толщиной терригенных отложений 34 м, скважина № 11 с толщиной 29 м.

Сопоставив карту изобар начальных пластовых давлений с картой толщин терригенных отложений визейского яруса, можно сделать вывод, что на изучаемом участке, на территории с неполным типом разреза имеется зависимость изменения пластового давления от толщины терригенных отложений бобриковского возраста. В скважинах, где толщина бобриковских отложений больше, пластовые давления ниже, чем в скважинах с меньшей толщиной последних (рис. 1, 2).

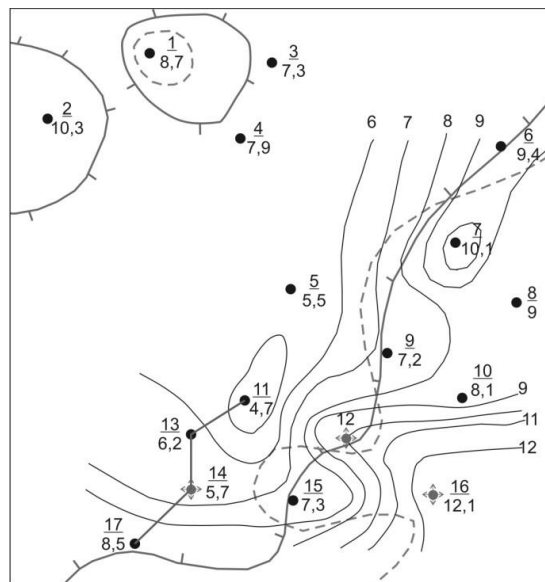


Рис. 1. Карта изобар начального пластового давления нефтяной залежи турнейского яруса

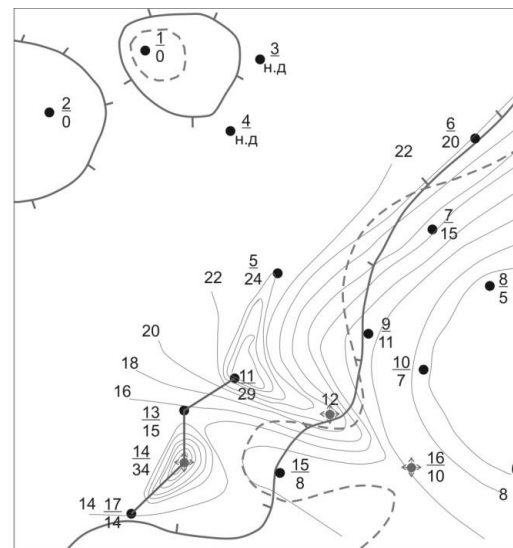


Рис. 2. Карта изопакит терригенных отложений визейского яруса нефтяного месторождения

Это все может свидетельствовать о возможной гидродинамической связи карбонатных пород с терригенными, вызванной различными фильтрационно-ёмкостными свойствами пород, перекрывающих турнейский ярус в зоне эрозионного вреза, с породами, перекрывающими тот же ярус на территории с нормальным типом разреза. Этот факт в дальнейшем следует учитывать при выборе оптимальной системы разработки и организации системы поддержания пластового давления.

СРАВНЕНИЕ ТЕКТОНИКИ И НЕФТЕГАЗОНОСНОСТИ ЗАПАДНО-КАНАДСКОГО И ЗАПАДНО-УКРАИНСКОГО НЕФТЕГАЗОНОСНЫХ БАССЕЙНОВ

Т.В. Калыний

Научный руководитель профессор А.А. Орлов

*Ивано-Франковский национальный технический университет нефти и газа,
г. Ивано-Франковск, Украина*

Сравнительный анализ тектонического строения и нефтегазоносности Западно-Канадского и Западно-Украинского нефтегазоносных бассейнов (НГБ) показал их сходство. Особенности структурно-тектонических элементов первого порядка, указанных НГБ, их литолого-стратиграфические характеристики, нефтегазоносность и перспективы открытия новых месторождений углеводородов в Западно-Канадском бассейне имеют определенное теоретическое и практическое значение для определения новых направлений поисково-разведочных работ на нефть и газ в западных областях Украины (особенно в пределах Вольно-Подольской плиты).

Канада обладает столетним опытом поисков, разведки и разработки нефтяных и газовых месторождений в трех ее регионах: Восточном, Западном и Арктическом. Нефтяная и газовая промышленность Канады зародилась в ее восточных регионах. В провинции Онтарио нефть из колодцев добывали еще в 1857 г., позже (1860 г.) на площадях Петролия и Ойл-Спрингс начали добычу нефти из скважин. В 1989 г. в провинции Онтарио Канады было открыто первое газовое месторождение Кингсвилл.

Однако с начала XX века в Канаде главную роль в нефтегазодобывающей промышленности стали играть ее западные провинции. В настоящее время в провинции Альберта вернулись к исследованиям нефтегазоносных нижнемеловых песчаников, выходящих на поверхность вдоль русла реки Атабаска в районе Мак-Марри, впервые описанных еще в 1788 г. Были открыты газовые месторождения Тернер-Валли, Боу Айленд, а также разведано месторождение нефти Форт-Норман и другие. В провинции Британская Колумбия было открыто месторождение газа Поус-Кап. В разрезе газового месторождения Тернер-Валли установлено наличие нефтяных пластов, а в провинции Саскачеван в это время было открыто нефтегазовое месторождение Ллойдминстер.

В настоящее время Западно-Канадский бассейн, занимающий территорию провинций Альберта, Саскачеван, Северные территории, Британская Колумбия и небольшую западную часть провинции Манитоба - является главным нефтегазодобывающим регионом Канады [4, 5]. Продуктивные отложения Западно-Канадского НГБ находятся в кембрии (месторождения Ред-Эрс, Утикума-Лейк, Жиро – дебиты нефти 80–215 т/сут), в среднем девоне (месторождения Митсу – дебит нефти до 70 т/сут и месторождения Бивер-Ривер, Кларк-Лейк, Котчо-Лейк, Петит-Ривер – начальные дебиты газа достигали 2 млн. м³/сут); в верхнем девоне (Вирджиния-Хилла, Кайбоб, Джуди-Крик, Ледюк, Бони-Глен, Редутер, Жоффер, Светлер и другие – дебиты нефти до 400 т/сут и дебиты газа до 250 тыс. м³/сут). Кроме того, в Западно-Канадском НГБ в настоящее время открыты месторождения нефти и газа в отложениях карбона, перми, триаса и мела. Крупнейшие из них: Эдсон, Сандр, харматтан, Тернер-Валли, Форт-Сент-Джон, Биттон-Ривер, Пембина, Альгамра и другие.

Западно-Украинский нефтегазоносный бассейн расположен на территории Львовской, Ивано-Франковской, Черновицкой, Волынской и Тернопольской областей Украины. На северо-западе и севере он ограничивается государственной границей с Польшей, а севернее – с Беларусью, где севернее Владимир-Вольнского разлома Глушко В.В. и другими выделяется погруженное Келецко-Сандомирское складчатое горное сооружение. Его формирование связывается с проявлениями байкальской, каледонской и герцинской фаз тектоногенеза, в результате чего в позднем фамене девона возник Волынский выступ. Простираение Восточно-Украинских Карпат на севере от границы с Польшей изменяется с северо-западного направления на почти широтное. На юге Западно-Украинская НГБ ограничивается Покутско-Буковинским поднятием, северная граница которого проходит между селом Слобода-Рунгурская и городом Косов. Юго-восточнее Покутско-Буковинского поднятия прослеживаются Румынские Восточные Карпаты и их предгорный прогиб.

В тектоническом отношении территории Западно-Украинского и Западно-Канадского НГБ чрезвычайно сходны. На востоке их территорий выделяются перикратонные склоны кристаллических щитов (соответственно Украинского и Канадского) докембрийских платформ, а именно Восточно-Европейской и Северо-Американской. Далее к западу в Западно-Украинском НГБ в краевой части Восточно-Европейской платформы выделяется Вольно-Подольская плита, которая имеет нижнепалеозойский фундамент, поскольку седиментационные процессы на западной окраине Восточно-Европейской платформы в силурийский и нижнедевонский период сопровождались проявлениями тектонических колебаний каледонской и герцинской фаз тектоногенеза, что можно считать признаками существования геосинклиналиного режима [1, 2, 3]. В пределах Вольно-Подольской плиты выделяется Львовский палеозойский прогиб. На востоке геологическую границу Львовского палеозойского прогиба условно проводят вдоль линии зоны распространения разломов и флексур. На западе

Львовский палеозойский прогиб контактирует с внешней зоной Предкарпатского прогиба (его платформенным склоном) и условно ограничен линией Яворов–Николаев–Мелитополь–Ивано-Франковск–Коломыя.

Литолого-стратиграфические разрезы Западно-Украинского и Западно-Канадского НГБ также сходны. В основе этих бассейнов залегают кристаллические породы фундамента докембрийской Восточно-Европейской и, соответственно, Северо-Американской платформ.

В западной части Северо-Американской платформы (провинции Саскачеван, Альберта, Британская Колумбия) в раскрытом геологическом разрезе всех стратиграфических систем от мела до кембрия включительно обнаружены значительные по объемам месторождения углеводородов. Но к данному времени в Украине, в западной части Восточно-Европейской платформы открыто только два газовых месторождения. Одно из них Великомостовское (Львовская область, 1964 г.), которое однако по запасам не было утверждено как промышленное. Это месторождение относится к эйфельскому (нижнелопушняя подсвита) и живетскому (Струтынский горизонт) ярусам среднего девона и приурочено к Куличковской антиклинальной структуры. Коллекторами нижнелопушней подсвиты являются разномерные песчаные породы. Начальный дебит газа здесь достигал 93,5 тыс. м³ в сутки. В карбонатных породах живетского яруса Струтынского горизонта начальный дебит газа достигал 75 тыс. м³ в сутки.

Кроме указанных двух газовых месторождений на территории Вольно-Подольской плиты в процессе бурения структурно-поисковых скважин наблюдалось множество нефтегазопроявлений в девонских отложениях и образованиях, которые их подстилают. Так в силурийских отложениях при бурении опорной скважины № 30-Великие Мосты в Малиновецком горизонте на глубине 3800 м наблюдалось газопроявление в виде резкого увеличения вязкости и снижения плотности глинистого раствора. То же наблюдалось во время бурения параметрической скважины Бучач-1 в Сокальском горизонте силура в интервале 950–990 м. Указанные газопроявления зафиксированы также газокаротажной станцией и связаны с увеличением содержания газа до 7,0% в глинистом растворе (по сравнению с фоном 0,1–0,3%). Что касается нефтепроявлений из силурийских отложений Вольно-Подольской плиты, то в процессе бурения поисковых скважин на площади Локачи в Сокальском горизонте силура зафиксировано присутствие нефти в виде включений в трещинах пород керна, а иногда и в порах пород отобранного керна. В ходе испытаний скважины № 12 в районе Куйбышево (сокальский горизонт, интервал 1350–1483 м) был получен незначительный приток нефти. Интересно, что по выводам И.В. Гринберга эта нефть является «свежей», и попала в коллектор недавно. Кроме Локачивского месторождения на территории Вольно-Подольской плиты в процессе бурения скважин слабые нефтегазопроявления наблюдались также при вскрытии кембрийских отложений на площадях, расположенных в районах населенных пунктов Литовеж, Владимир-Волынский, Новый Виткив, Перемышляны и других.

Далее на запад территории Западно-Украинской НГБ вдоль западного края Восточно-Европейской платформы простирается с северо-запада на юго-восток Предкарпатский прогиб, в пределах которого выделяется Внешняя зона – аналог краевого прогиба Альберта Западно-Канадского НГБ. Он составлен отложениями платформенного склона Северо-Американской платформы. Далее на юго-восток размещена Внутренняя зона, которую мы на Канадской территории сопоставляем с зоной передовых складок Скалистых гор потому, что эта зона состоит из складок, наклоненных, а иногда перевернутых в восточном направлении на отложения в платформенной фации краевого прогиба Альберта. Большие надвижки со значительными амплитудами, что имеет место в Предкарпатском прогибе, здесь не получили развития из-за особенности вертикально направленных тектонических движений во время формирования Скалистых гор. В результате чего в краевой части Северо-Американской платформы сформировался относительно неглубокий краевой прогиб Альберта, который представляет собой опущенный край указанной платформы. Краевой прогиб Альберта граничит с орогеном Скалистых гор вдоль тектонического разлома. В отличие от краевого прогиба Альберта в Канаде, в Западно-Украинском НГБ между складчатыми Карпатами и Восточноевропейской платформой сформировался четкий предгорный прогиб (Предкарпатский), в пределах которого наблюдаются два тектонотипа, а именно Внешняя и Внутренняя зоны. Они образовались в результате воздействия различных по направлению тектонических движений. Начиная с торгонского времени территория современных Карпат поднималась, а край Восточно-Европейской платформы опускался. В результате этого сформировался "трог", где накопились молассовые отложения возрастом от тортона до верхнего миоцена, интенсивность подъема которых за счет разрушения Карпат, периодически возрастала. На протяжении действия на территории Карпат не только вертикальных движений, но и горизонтальных, в истории формирования Карпатского орогена возникли надвижные структуры, переходящие в шарьяжи и тектонические покровы с большими амплитудами за счет гравитационных сползаний больших масс горных пород и тектонического движения плит.

Таким образом, Скибовая зона Карпат в полосе распространения Оривской и Береговой скиб и особенно, Внутренняя зона прогиба имеют многоэтажное надвижное геологическое строение, в отличие от Передовых складок Скалистых гор, где распространены только наклоненные и слабо опрокинутые в западном направлении складки. Это является принципиальным отличием нефтегазоносности зон Передовых складок Скалистых гор и Внутренней зоны Предкарпатского прогиба.

Указанная особенность тектонического строения Внутренней зоны Предкарпатского прогиба обуславливает большие перспективы нефтегазоносности в Западно-Украинском НГБ.

Литература

1. Анцупов П.В. Нефтегазовая геология и геофизика. /П.В. Анцупов, И.И. Бородатый, А.А. Орлов, А.В. Просняков – М.: ЦНИЭнефтегаз, 1965. – С. 37-38.

2. Бакиров А.А. Нефтегазоносные области Америки. – М.: Геонаучтехиздат, 1959. – С. 175-204.
3. Газовые и газоконденсатные месторождения: справочник под ред. В.Г. Васильева и И.П. Жабрева. – М.: Недра, 1975. – С. 487-504.
4. Flandrin G., Chapelle GLE Pétrole. – Paris: Edition technique, 2, due de Lubek, 1961. – p. 220-231.
5. Wheeler O., Stott D.F., Benyes H.R. Geology of giant Petroleum field – Symposium edited by Michel T. Halbouty, 1970. – 750 p.

ОСОБЕННОСТИ ГЕОЛОГИЧЕСКОГО СТРОЕНИЯ КРОСНЕНСКОЙ ЗОНЫ КАРПАТ В СВЯЗИ С НЕФТЕГАЗОНОСНОСТЬЮ

Ю.А. Калыний

Научный руководитель профессор А.А. Орлов

*Ивано-Франковский национальный технический университет нефти и газа,
г. Ивано-Франковск, Украина*

Для интенсивного развития экономики разных стран необходимо все большее количество энергоносителей. Это может быть достигнуто увеличением добычи нефти и газа за счет применения новых методов разработки на старых месторождениях и открытия новых месторождений и даже новых битумонефтегазоносных областей. Например, на Украине в Западно-Украинском битумонефтегазоносном регионе существует тектоническая зона – Кросно, которая является перспективной на нефть и газ. В этой зоне Карпат еще не открыто промышленных месторождений, не смотря на то, что на ее северо-западном продолжении на территории Польши уже давно открыты и эксплуатируются не менее 50 промышленных месторождений газа и нефти. Эта зона в Польше именуется Силезской [4].

Важным тектоническим признаком перспективности зоны Кросно есть то, что она является складчатой зоной, а то, что в ее границах получили развитие скибopodobные структуры (чешуи), надвинутые одна на другую (как и всем известная нефтегазоносная Скибовая зона Карпат). В зонах подобного типа всегда имеется множество ловушек, в основном тектонически экранированных. Кросненская зона располагается в Карпатах. Она прослеживается от государственной границы с Польшей, выклиниваясь на юго-западе на широте города Ворохта. На северо-востоке Кросненская зона ограничена продольным Межинецким разломом, вероятно большой амплитуды, по которому возник надвиг Кросненской зоны на Скибовую зону Карпат. С юго-запада Кросненская зона ограничена поверхностью регионального надвига Дуклянской зоны.

Анализ тектонического строения Кросненской зоны дает основание выделить в ней две подзоны – Турковскую (северо-восточную), наиболее погруженную, и Битлянскую (юго-западную) – относительно приподнятую.

Турковская подзона охватывает крайнюю северо-восточную часть Кросненской зоны [5]. В ее пределах присутствуют нарушенные разрывами гребнеобразные антиклинали (Ропавская, Загоривская и другие). Разрез Кросненских складчатых структур представлен толщей неравномерного чередования песчаников и аргиллитов (400–700 м) и толщей преимущественно глинистых пород (до 600 м). Они залегают непосредственно над менилитовыми отложениями, которые представлены массивными крупнозернистыми песчаниками (толщиной более 500 м). Все они хорошо прослеживаются в окрестностях г. Турка.

В составе Турковского субпокрова выделяются Становская и Семакивская антиклинали. Становская структура раскрыта под Черногорским надвигом параметрической скважиной 1-Гринявская (забой 4602 м), которая не решила вопрос перспектив эоцен-палеоценового разреза, так как в 1990 г было остановлено ее бурение за экологических проблем (размещена слишком близко к р. Черемош). В результате ее испытаний был получен приток газа 14 тыс. м³/сутки.

В пределах фронтальной части Кросненской зоны расположена Семакивская структура, на которой пробурена параметрическая скважина № 1-Семакивская глубиной 1500 м. В процессе бурения при испытании олигоценых отложений из интервала 831–884 м получен приток газа дебитом 7,7 тыс. м³/сутки. В пробуренных в начале 60-х годов структурно-поисковых скважинах № 32 и № 33-Жабье (забои соответственно 785 м и 776 м) наблюдались проявления горячего газа.

В отличие от Турковской Битлянская подзона характеризуется толстым слоем глинистых пород, особенно в олигоцене, где широкое развитие получили подводно-оползневые образования в виде крупных олистостром. Олистостромы – это хаотически нагроможденные скопления переотложенных неотсортированных обломков различных горных пород, сцементированных тонкозернистой глинисто-алевритовой массой, возникшие вследствие оползневых и обвальных процессов в подводных условиях.

Наибольшее число чешуй и складок сформировалось в северо-западной части Битлянской подзоны. Они на отдельных участках частично перекрываются надвигом Дуклянской зоны. Все складки относятся к типу линейно-вытянутых. При этом согласно сейсмическим данным, с глубиной они выполаживаются [1, 3].

В Турковской подзоне выделяют чешуи: Грозевскую, Оравскую, Шумяцкую, Лимнинскую, Ропавскую, Тухольскую, Яблунивскую, Климецкую. В Битлянской подзоне выделяют чешуи: Борыньскую, Нижнетуривскую, Верхнетуривскую, Яворовскую, Сигловатскую, Либохорскую, Куштынскую, Воротянскую, Щербинскую.

На территории Польши в Силезской зоне продуктивные горизонты встречаются по всему стратиграфическому разрезу отложений, принимающих участие в строении зоны, начиная от нижнего мела и заканчивая верхнекросненской подсвитой миоцена.

Лимненская чешуя шириной 1,5–3 км прослеживается от границы с Польшей на западе до села Задольское на востоке, где тектонически выклинивается. Она является моноклиналию с крутозалегающими пластами пород верецкой свиты и нижнекросненской подсвиты в фронтальной части, и среднекросненской подсвиты в юго-западной части надвига.

Продолжение Лимненской чешуи наблюдается на территории Польши. В ее пределах открыты месторождения Чарна, Липье и Воля Ясеницка.

По данным большинства исследователей зоны Кросно наиболее перспективной считается северо-западная ее часть, где на фоне региональной депрессии выделяются локальные положительные структурные поднятия, которые являются линейно вытянутые, как и остальные чешуи зоны. Такими структурами в рамках Лимненской чешуи является Хащивская, Лимненская и Шумяцкая антиклинальные складки. Фактически Хащивская складка сложена головоцкими (верецкими) образованиями в ядре. Северо-восточные крылья всех структур, как правило, экранированы поверхностями тектонических разрывов надвигового характера. На территории Хащивской и Лимненской структур пробурено более 5 скважин.

В рамках этих структур, особенно Лимненской, наблюдались сильные газопроявления в отложениях нижнеголовецкой подсвиты олигоцена в интервале глубин от 900 до 1300 м. Дебиты газа были 4–5 тыс. м³/сут при пластовом давлении 11,2 МПа (скважины 1 и 2 Лимна). Поэтому Лимненскую чешую можно считать перспективной для проведения поискового бурения.

Перспективная часть зоны Кросно расположена вблизи открытых месторождений нефти в Силезской зоне Польши. К тому же, эта часть зоны Кросно по сравнению с другими ее участками, лучше охарактеризована результатами полевых геофизических исследований и данными бурения (1 и 2-Борыня, 1 и 2-Лимна, 1-Битля, 1-Тухолька). В скважине 1-Борыня при испытании олигоценовых отложений был получен приток газа дебитом 400 тыс. м³/сут при пластовом давлении выше гидростатического. Но за несколько дней по неизвестным причинам дебит снизился до 4 м³/сут, а затем приток газа из скважины полностью прекратился. Давление на устье скважины снизилось до атмосферного. Раскрытый коллектор квалифицировали как «сухой», что вызывает сомнение. Скважина 1-Борыня через осложнения была ликвидирована по техническим причинам. Позже пробурили скв. 2-Борыня глубиной 5230 м, где было испытано 10 объектов в интервале 5160–3190 м, в которых получили дебиты газа от 2 м³/сут до 9,7 м³/сут при пластовых давлениях, в отдельных испытываемых пропластках, от 49 до 56,9 МПа. Коэффициенты аномальности пластового давления в слоях по их величине довольно высокие. Но через несколько дней в скв. 2-Борыня также было зафиксировано падение давления на устье во всех испытываемых пластах, до атмосферного, приток газа прекратился полностью. Причины почти внезапного падения давления и притоков с фонтанирующими скважинами не установлены. Специалисты, проводившие бурение в зоне Кросно, связывают это с техническими причинами, хотя убедительно не аргументируют. Несмотря на указанные отрицательные результаты, Борыньскую чешую следует считать высокоперспективной для поисков газовых залежей в олигоценовых отложениях [4].

Подобные явления «падения» дебитов газа и пластовых давлений с раскрытых газоносных объектов известны и в других нефтегазоносных областях мира. По нашему мнению, помимо технических причин падения давлений и прекращения притоков газа из раскрытых газоносных горизонтов в зоне Кросно, могут быть еще и геологические причины. Они могут быть связаны с тем, что при вскрытии трещинных консолидированных пород-коллекторов и внезапном выходе из них больших объемов газа в призабойной зоне пласта, пластовое давление быстро падает, что объясняется внезапным «смыканием» трещин. Приток газа в скважину прекращается. На наш взгляд, промышленное испытание скважин с коллекторами указанного типа должно производиться по технологии постепенного отбора продукции с применением поддержки пластового давления, уже с начала их освоения, путем нагнетания воды в законтурную зону в комбинации с применением гидроресурсоструйной обработки коллектора в призабойной зоне скважины. Решение данной проблемы требует проведения научно-исследовательских работ в зоне Кросно с целью разработки специальных технологий. Например, известно, что на месторождении Ишимбаево (Волго-Уральская нефтегазоносная область) в связи с тем, что на контактах «нефть–вода» формировались непроницаемые слои, давление и дебит в скважине в течение короткого времени добычи нефти катастрофически снижались. Были проведены научно-исследовательские работы и разработана технология добычи углеводородов из коллекторов Ишимбаевского типа. Ее суть заключалась в том, что прибегали к бурению специальных скважин, которые раскрывали изолирующий слой на контакте «нефть–вода» для установления гидродинамической связи между залежью нефти с подошвенными и пластовыми водами.

Таким образом, сопоставление геологического строения (за тектоническими и литолого-стратиграфическими факторами) Силезской и Кросненской зон, а также многочисленные нефтегазопроявления при бурении дают основания полагать, что в зоне Кросно могут быть открыты промышленные месторождения углеводородов, и ее следует считать перспективной в нефтегазоносном отношении.

Литература

1. Даниш В.В. Геология західної частини південного схилу Українських Карпат. – Киев: Наук. думка, 1973. – 117 с.
2. Демьянчук В.Г. Оценка нефтегазоносности Силезкой зоны Карпат. / В.Г. Демьянчук, Б.Б. Заволяньский, В.В. Кузовенко С.А. Маковский // Нефтяная и газовая промышленность, 1982. – №4. – С. 24-25.
3. Досин Г.Д. Кросненская зона / Г.Д. Досин, В.В. Кузовенко, Я.В. Совчик, В.А. Шакин // Тектоника Украинских Карпат. – Киев, 1986. – С. 80-84.

4. Перспективы нефтегазоносности зоны Кросно Українських Карпат – 2007. / Тезиси докладов VII международной конференции “Крым-2007”, (Крым, с. Николаевка, 10-16 сентября 2007 г.). / О.О. Орлов, А.А. Локтев, А.В. Локтев. – Крым, 2007. – С 125-126.
5. Темнюк Ф.П. Подсилезкая зона в Украинских Карпатах/ Ф.П. Темнюк, С.С. Клиш // Тектоника Карпат: АНУССР, респ. межвед. сб. – Серия “Геология и геохимия горючих ископаемых”. – Киев, 1966. – С. 23-28.

РОЛЬ ЛИТОЛОГО-ФАЦИАЛЬНОГО И ГИДРОГЕОХИМИЧЕСКОГО КРИТЕРИЕВ ПРИ ОЦЕНКЕ ПЕРСПЕКТИВ НЕФТЕГАЗОНОСНОСТИ ГЛУБОКИХ ГОРИЗОНТОВ ЮГО- ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ ЗАПАДНО-СИБИРСКОЙ ПЛИТЫ

Е.Ю. Каминский

Научный руководитель доцент Т.А. Гайдукова

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

На территории Томской области геологоразведочные работы (ГРП) на нефть и газ начали проводиться в конце 40-х гг. прошлого столетия. На сегодняшний день открыто более 120 нефтяных и газовых месторождений, в основном продуктивными являются песчаные отложения верхнеюрского и нижнемелового возраста. В отложениях кровли доюрского фундамента выявлено менее 30 месторождений. Отличительная особенность этих месторождений заключается в том, что все они находятся в западной части Томской области, а в её восточной части (правобережье реки Оби) ни одного месторождения не выявлено.

Исследуемая территория характеризуется относительно низкой степенью геолого-геофизической изученности. Изученность глубоким бурением также не дает нам полной картины о геологическом строении доюрских отложений. Пробурено около 45 глубоких скважин, из которых только 14 вскрыли палеозойские образования, причем лишь на первые 10-ки метров. Только три скважины (Восток-1, Восток-3 и Вездеходная 4) вскрыли палеозойскую толщу мощностью более 1,5 км.

По результатам бурения параметрических скважин Восток-1, Восток-3 построены стратиграфические колонки и проведено сопоставление разрезов со скважиной Вездеходная-4, расположенной вблизи скважины Восток-3, а также со скважинами Красноярского края – Белгородская и Лемок-1. Разрез слагает преимущественно однородные карбонатные породы (доломиты, известняки) с подчиненными прослоями аргиллитов. Корреляция с разрезами Кемеровской области проводилась только по девонским отложениям, так как кембрийские отложения отсутствуют в данных разрезах.

В пределах Обь-Енисейского междуречья доюрских образований развиты различные типы коллекторов, обусловленные различиями в вещественном составе палеозойских пород и степени их тектоно-метасоматических преобразований. В пределах территории работ можно ожидать следующие типы коллекторов:

1. Кавернозные и трещиновато-кавернозные по карбонатным породам (первый тип);
2. Трещинно-кавернозные и кавернозно-поровые по терригенно-карбонатным породам (второй тип);
3. Трещинно-поровые по магматическим и метаморфическим породам кислого состава (третий тип);
4. Трещинно-поровые по магматическим и метаморфическим породам основного состава и глинистым сланцам (четвертый тип);
5. Трещинно-поровые в зонах развития наложенных впадин и прогибов (пятый тип)

Наибольший интерес представляют коллекторы, развитые по карбонатным и терригенно-карбонатным породам палеозоя. Карбонатные породы относятся к низкопоровым коллекторам, но продукты гидролиза кальцита и доломита хорошо растворимы и легко выносятся, образуя каверны, пустоты различной формы, вплоть до образования карстовых полостей. По карбонатным породам формируются, в основном, кавернозный и трещинно-кавернозный типы коллекторов (первый и второй типы).

На большей части Обь-Енисейского междуречья могут быть развиты трещинно-поровые коллекторы по магматическим породам кислого и основного состава и по глинистым сланцам. Относительная доля распространения карбонатных коллекторов в пределах этого района составляет около 20%. В органогенных постройках открытая пористость составляет 0,2-2,5%, в доломитизированных – 11-15%, проницаемость 12-300 мД. Таким образом, исследуемая территория характеризуется незначительной пористостью и хорошей проницаемостью [4].

Покрышками для залежей УВ могут служить глинистые породы, карбонатные и эффузивные, представленные плотными массивными разностями.

Наиболее надежным региональным флюидоупором для резервуаров верхнепалеозойских отложений являются аргиллиты тогурской свиты (J_1tg). Флюидоупорами залежей УВ в нижнем палеозое могут быть трансгрессивные зоны, залегающие выше и перекрывающие коры выветривания. Наибольшие толщины зон гидролиза следует ожидать в корах выветривания палеозойских образований, представленных метаморфическими и магматическими породами кислого и основного состава. Кроме того, флюидоупорами могут быть повсеместно развитые в зонах флюидомиграции метасоматические породы – окремненные, карбонатизированные, серицитизированные [1].

Выяснение условий, при которых происходило осадконакопление, является неотъемлемой составляющей при оценке перспектив нефтегазоносности той или иной территории. В раннекембрийское время рельеф акватории усложняется, что, в свою очередь, изменяет условия осадконакопления. На приподнятых мелководных участках дна обширного морского бассейна происходит формирование карбонатных отложений и развитие органогенных построек, в депрессионных зонах – накопление карбонатно-глинистых, глинистых, доманиковых и, возможно, соленосных формаций. В зоне сочленения Кузнецкого Алатау и Чулымо-Енисейской

СФЗ в раннем кембрии происходило существенное карбонатное накопление. В среднем кембрии началась регрессия раннекембрийского моря, максимум которой приходится на поздний кембрий и ордовик.

На западе Красноярского края и востоке Томской области в позднем кембрии и ордовике формировалась красноцветная карбонатно-терригенная формация лагунного типа с гипсами и ангидритами. В зоне сочленения с Кузнецким Алатау позднекембрийские осадки, вероятно, отсутствуют, и в ордовике происходило накопление пестроцветной терригенной прибрежно-морской молассы. До среднего палеозоя область представляла зону денудации. Среднепалеозойский цикл осадконакопления в приенисейской части СФЗ представлен сравнительно маломощной толщей красноцветных конгломератов, песчаников, алевролитов и мергелей. Девонский комплекс представлен пачками темно-серых слоистых глинистых известняков, слабо доломитизированных, чередующихся с алевролитами. Наблюдаются отдельные пласты песчаников, туфов и эффузивов [2, 4].

При поиске нефти и газа в доюрских отложениях в восточной части Томской области особое значение приобретает анализ гидрогеохимических критериев нефтегазоносности. В комплексе таких исследований значение имеет информация о битумоидах подземных вод – аквабитумоидах (АБ), как прямых показателях либо современной первичной миграции нефти, либо ореолов рассеивания нефтяных залежей. Воды доюрского водоносного комплекса сравнительно высоко-минерализованы. Состав вод преимущественно хлоридно-кальциевый с содержанием хлора 99,2-99,8 %-экв., натрия – 79,7-81,3 %-экв., кальция – 8,2-15,3 %-экв. Обращает на себя внимание низкое (0,04-0,14 %-экв.) содержание сульфат-иона и гидрокарбонат-иона (0,16-1,1 %-экв.). Для исследуемых вод характерно высокое содержание брома (11,23-166,51 мг/л), стронция (315-340 мг/л); сравнительно низкое в составе вод содержание йода (3,5-5,2 мг/л), лития (2,1-4,8 мг/л), рубидия (0,3-0,5 мг/л). Температура вод в пластовых условиях 80-88 °С. Исследования в лаборатории гидрогеологии ТПИ показали, что в пробах воды обнаружены практически все анализируемые группы углеводородокисляющих микроорганизмов. Как видно из полученных данных, микробиологические показатели нефтегазоносности невысоки, хотя наличие углеводородного питания является несомненным [3].

В конце XX века основными объектами поиска, разведки и добычи УВ в юго-восточной части Западной Сибири (Томская область) были верхнеюрские и нижнемеловые отложения. В настоящее время необходимо осуществлять параметрическое бурение на более глубокие горизонты палеозоя. Открытие новых ловушек сложно-построенных как в литологическом, так и в тектоническом плане возможно на большой глубине в породах фундамента, представленных как эффузивными породами, так и карбонатными, рифогенными постройками, способными вмещать большие скопления углеводородов и давать высокие дебиты нефти и газа при разработке этих залежей. Для подтверждения данного вывода в Томской области необходимо изменить стратегические и тактические направления ГРП.

Для малоизученных территорий и нефтегазоносных комплексов требуются большие объемы региональных работ, широкий спектр научных исследований и обобщений геолого-геофизической информации. Также необходим технический прогресс опытно-методического плана по вопросам прогнозирования и оценки перспектив нефтегазоносности территории в региональном и локальном масштабе.

В настоящее время изучение этих платформенных пород палеозоя и рифейских толщ представляет большую трудность из-за больших глубин залегания. Но учитывая большие размеры этого бассейна, целесообразность постановки площадных сейсморазведочных работ в этом районе не вызывает сомнения, так как возможность открытия крупных и мелких месторождений в новых неизученных нефтегазоносных бассейнах более вероятна, чем в старых районах нефтедобычи. Первоочередными районами поиска здесь должны стать, подобно западным территориям, зоны развития крупных разломов или рифтовых систем.

Литература

1. К.И. Багринцева. Карбонатные породы – коллекторы нефти и газа. – М.: Недра, 1977.
2. Геологические критерии оценки пород фундамента на нефть и газ // Геология нефти и газа. – М., 2000. – № 5. – 21 с.
3. Иванов В.Г. и др. Гидрогеология нефтяных и газовых месторождений доюрских образований Томской области в связи с оценкой перспектив нефтегазоносности этих отложений. // Отчет ТО СНИИГГиМС, Томск, 1983. – 229 с.
4. Основы геологии и нефтегазоносность запада Сибирской платформы. – Л.: Недра, 1969. – С. 265.

ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ, ПАЛЕОГЕОГРАФИЯ И ПЕРСПЕКТИВЫ НЕФТЕГАЗОНОСНОСТИ НИЖНЕЮРСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ ХАНТЕЙСКОЙ ГЕМИАНТЕКЛИЗЫ

Н.К. Каюров¹

Научный руководитель доцент В.А. Казаненков²

¹Новосибирский государственный университет, г. Новосибирск, Россия

²Институт нефтегазовой геологии и геофизики им. А.А. Трофимука СО РАН, г. Новосибирск, Россия

В настоящее время Западная Сибирь является одним из крупнейших в мире и крупнейшим нефтегазоносным бассейном России по запасам углеводородов (УВ). Активная разработка месторождений в его пределах ведется уже более полувека. Поэтому для восполнения минерально-сырьевой базы УВ очень остро

стоит вопрос о выявлении новых залежей в слабо изученных бурением, глубоко погруженных нефтегазоносных комплексах (НГК). Одним из таких комплексов является нижнеюрский, промышленная нефтеносность которого в Западной Сибири доказана на ряде месторождений. Самым крупным из них является Таллинское.

Район исследований охватывает северо-восточную часть Хантейской гемиантиклизы, в составе которой выделяются Сургутский и Нижневартовский своды. Согласно схеме нефтегазогеологического районирования территория находится в северо-восточной части Среднеобской нефтегазоносной области и охватывает три нефтегазоносных района: Варьганский на востоке, Сургутский на западе и Вартовский на юге. Основные запасы УВ здесь связаны с отложениями неокома. Менее значимыми по запасам являются залежи верхней и средней юры.

Объектом исследований является нижнеюрский нефтегазоносный комплекс (НГК), залегающий на доюрском основании. В районе исследований этот комплекс представлен котухтинской свитой и ее временными аналогами (плинсбах-аален). Свита подразделяется на две подсвиты, каждая из которых состоит из двух частей. Нижние части подсвит слагают песчано-гравийно-алевритовые и песчано-алевритовые пласты Ю₁₁₋₁₂ в нижней и Ю₁₀ (тюменская классификация) в верхней. Перекрыты песчаные пласты глинистыми пачками. В нижней подсвите эта пачка является аналогом тогурской свиты, а в верхней, названная перевальной – аналогом радомской пачки [3]. Эти глинистые пачки имеют региональное распространение и могут служить надежными флюидоупорами для залежей УВ. Нефтеносность пласта Ю₁₀ на исследуемой территории доказана на Вань-Еганской и Северо-Поточной площадях, где были получены небольшие притоки. Кроме этого из пласта Ю₁₁₋₁₂ на Вань-Еганской площади был получен слабый приток газоконденсата. Все эти данные свидетельствует о перспективности исследуемой территории.

В процессе работы, с использованием сделанных в ИНГГ СО РАН сеточных моделей поверхности доюрского основания и кровли тюменской свиты и полученных линейных зависимостей (рис. 1) между отложениями нижней и средней юры [7, 8], построены структурные карты, карты толщин для глинистых пачек, а также подстилающих их песчаников. Также были построены схемы корреляции нижнеюрских отложений территории исследования.

В современном структурном плане по поверхности нижнеюрских отложений на территории исследования четко выделяются две крупных положительных структуры (Сургутский и Нижневартовский своды). В центральной части выделяется относительно опущенная зона.

Глинистые пачки имеют покровный характер распространения и встречаются повсеместно. В наиболее приподнятых частях исследуемой территории отложения тогурской и радомской пачек отсутствуют. Для них характерны относительно небольшие перепады толщин.

Песчаные пласты распространены практически повсеместно. Их распространение носит полосчатый характер местами до покровного. Основные толщины накапливались в центральной части района исследования и приурочены к депрессиям. В наиболее приподнятых участках расположены минимальные толщины пластов Ю₁₁₋₁₂ и Ю₁₀, вплоть до их полного отсутствия к осевым частям крупнейших положительных структур. Перепад толщин достигает 100–150 и более метров, что обусловлено, в первую очередь, континентальным режимом осадконакопления.

Выполненные построения в комплексе с фациальной интерпретацией материалов ГИС [4] по скважинам и опубликованными результатами ранее выполненных исследований [2, 5, 6] позволили достаточно детально восстановить палеоландшафтные обстановки осадконакопления для изучаемой части разреза района исследования.

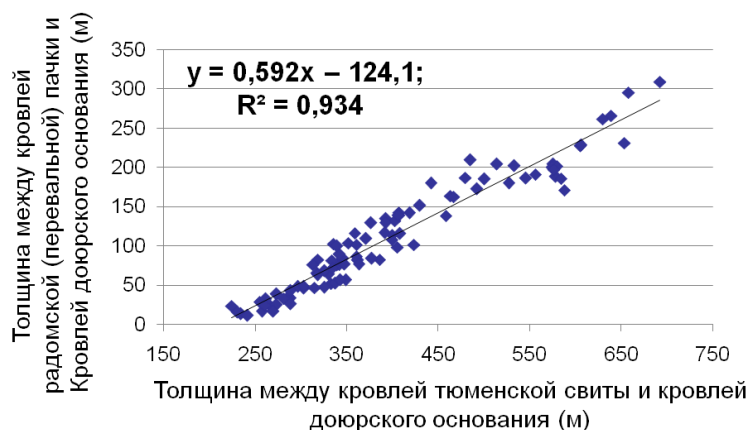


Рис. 1. Зависимость между толщинами нижне- и среднеюрских отложений территории исследования

Было установлено, что глинистые пачки формировались преимущественно в болотных условиях, а береговая линия моря, существовавшего в это время в северных районах Западно-Сибирского осадочного бассейна, как правило, во время трансгрессий не продвигались дальше северных участков исследуемого района.

Во время формирования песчаных отложений, в районе исследований господствовали обстановки континентального осадконакопления [1]. Территория представляла собой аллювиальные долины с достаточно развитой речной сетью, которая занимала преимущественно низменные участки. Наиболее крупная из рек трассируется с юга на север и имеет широкий пояс меандрирования. Питают ее большое количество мелких и средних рек и ручьев, берущих свое начало, как правило, из приподнятых участков исследуемой территории. В северных частях территории исследования возможны появления дельтовых фаций. На относительно возвышенных участках территории были развиты болотистые равнины. Сургутский и Нижневартовский своды, на время формирования отложений нижней юры являлись местными источниками обломочного материала.

Анализ выполненных палеогеографических реконструкций, структурных построений и испытаний пластов Ю₁₀ и Ю₁₁₋₁₂ позволил выделить перспективную для поисков нефти зону. А также выделить ряд перспективных объектов на обнаружение залежей УВ.

Перспективная для поисков на нефть зона расположена в центральной части исследуемой территории, между Сургутским и Нижневартовским сводами. Приурочена она к русловым фациям крупных и средних рек, которые обладают повышенными ФЕС. Также немаловажно, что данная часть исследуемой территории относительно опущена, что позволяло накопить достаточно мощные толщи глинистых пачек.

Перспективные на обнаружение залежей УВ объекты приурочены в основном к центральным частям перспективной зоны. Они представляют собой тела сложной формы, литологически и стратиграфически экранированные.

Литература

1. Атлас литолого-палеогеографических карт юрского и мелового периодов Западно-Сибирской равнины. Масштаб 1:5000000. Ред И.И. Нестерова. – Тюмень, 1974. – 24 л.
2. Конторович А.Э., Ильина В.И., Москвин В.И., Андрусевич В.Е., Борисова Л.С., Данилова В.П., Казанский Ю.П., Меленевский В.Н., Солотчина Э.П., Шурыгин Б.Н. Опорный разрез и нефтегенерационный потенциал отложений нижней юры Нюрольского осадочного суббассейна (Западно-Сибирская плита) // Геология и геофизика. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, 1995. – №6. – Т. 36. – С. 5-28.
3. Решения 6-го Межведомственного стратиграфического совещания по рассмотрению и принятию уточненных стратиграфических схем мезозойских отложений Западной Сибири. – Новосибирск: Изд-во СНИИГГиМС, 2004. – 114 с.
4. Белозеров В.Б., Брылина Н.А., Даненберг Е.Е. Фациальная диагностика по материалам ГИС континентальных и прибрежно-морских отложений юры юго-востока Западной Сибири // Проблемы геологии и нефтегазоносности верхнепалеозойских и мезозойских отложений Сибири. – Новосибирск: Изд-во СНИИГГиМС, 1984. – С. 11-23.
5. Мухер А.Г., Тугарева А.В. Палеогеографические особенности строения и перспективы нефтегазоносности ниже- и среднеюрских отложений Западной Сибири // Труды II научно-практической конференции: «Пути реализации нефтегазового потенциала ХМАО». – Ханты-Мансийск, 1999. – С. 98-108.
6. Гурари Ф.Г., Девятов В.П., Демин В.И., Еханян А.Е. и др. Геологическое строение и нефтегазоносность нижней – средней юры Западно-Сибирской провинции. – Новосибирск, 2005. – 156 с.
7. Казаненков В.А., Рыжкова С.В. Обоснование выделения нижней юры не палеонтологическими методами в центральных и южных районах Западной Сибири // Научные материалы третьего всероссийского совещания «Юрская система России: проблемы стратиграфии и палеогеографии». – Саратов: «Наука», 2009. – С. 72-74.
8. Конторович В.А. Тектоника и нефтегазоносность мезозойско-кайнозойских отложений юго-восточных районов Западной Сибири. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, Филиал «ГЕО», 2002. – 252 с.

ГЕНЕТИЧЕСКИЕ ТИПЫ НЕФТЕЙ БУЗУЛУКСКОЙ ВПАДИНЫ И СОПРЕДЕЛЬНЫХ ТЕРРИТОРИЙ

Ю.А. Киселёва

Научный руководитель старший научный сотрудник М.В. Дахнова

Всероссийский научно-исследовательский геологический нефтяной институт, г. Москва, Россия

Генетическая типизация нефтей необходима для определения их генерационных источников, что, в свою очередь, способствует повышению эффективности поисков еще не выделенных углеводородных скоплений.

Несмотря на длительный период изучения Волго-Уральской нефтегазоносной провинции вопрос о происхождении нефтей различных районов этого региона остается дискуссионным. Он требует дальнейших исследований современными геохимическими методами.

Целью настоящей работы было изучение геохимии нефтей Бузулукской впадины и Сокской седловины (Самарская область). Изученная коллекция включает 22 пробы нефтей из разновозрастных отложений (от С₂ до D₂), залегающих в широком диапазоне глубин 1200–3100 м. Нефти изучены методами газовой хроматографии, хроматомасс-спектрометрии и изотопной масс-спектрометрии. Для общей характеристики нефтей определены также их плотность и сернистость.

Наиболее важная информация для генетической типизации нефтей получена на основании изучения распределения в них углеводородов-биомаркеров.

По результатам формальной типизации с применением кластерного анализа по совокупности биомаркерных параметров нефти исследованной коллекции были подразделены на три разновидности (рис. 1). К первой разновидности были отнесены все нефти верхнего девона и одна нефть Дмитриевского месторождения визейского возраста, ко второй – одна нефть Михайловско-Коханского месторождения из отложений живета, а к третьей разновидности – все остальные изученные нефти, приуроченные к отложениям нижнего-среднего карбона.

Для геохимической характеристики выделенных разновидностей нефтей использовался анализ парных корреляций различных биомаркерных параметров.

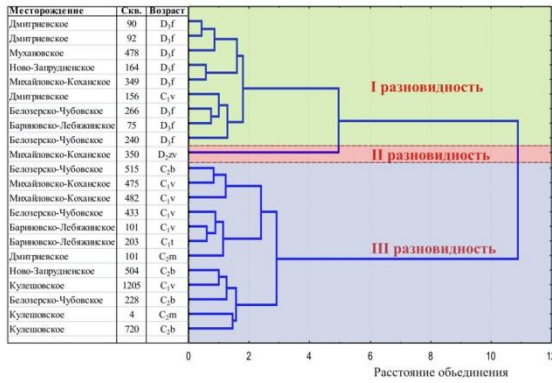


Рис. 1. Дерево объединения в кластеры. Мера сходства между объектами – Евклидово расстояние. Алгоритм кластерного анализа – метод Уорда

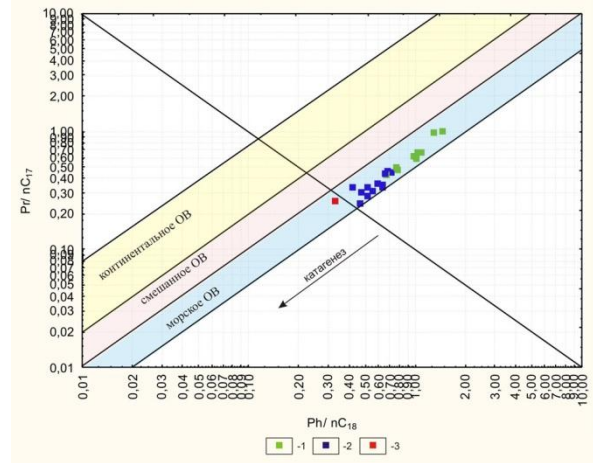


Рис. 2. Диаграмма Кеннона-Кессоу. Дифференциация нефтей по параметрам Pr /nC₁₇ и Ph /nC₁₈. 1, 2, 3 разновидности нефтей: I, II, III

По параметрам, отражающим распределение n-алканов и ациклических изопреноидов, все изученные нефти относятся к «морским». Вместе с тем на рис. 2. видна отчетливая дифференциация нефтей I, II и III разновидностей.

Как показали более детальные исследования, эти разновидности дифференцируются и по распределению в нефтях полициклических насыщенных углеводородов-биомаркеров, характеризующих тип исходного органического вещества (ОВ), фациальные условия его накопления, степень катагенетической преобразованности и литологию нефтематеринских пород (НМП).

Как видно на (рис. 3), нефти I и особенно III разновидности генерированы ОВ, содержащим больший вклад бактериального материала, по сравнению с ОВ II-ой.

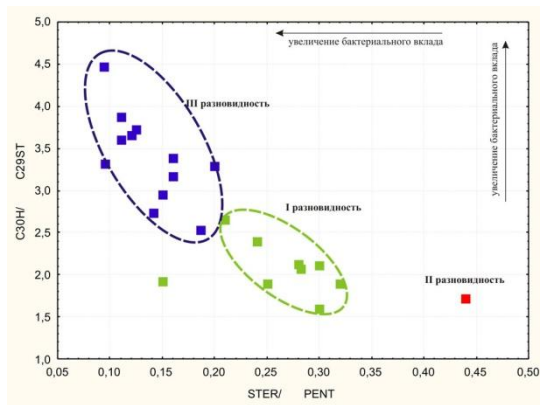


Рис. 3. Дифференциация нефтей по параметрам, характеризующим тип исходного ОВ (STER/PENT и C₃₀H/C₂₉ST). Условные обозначения см. рис. 2

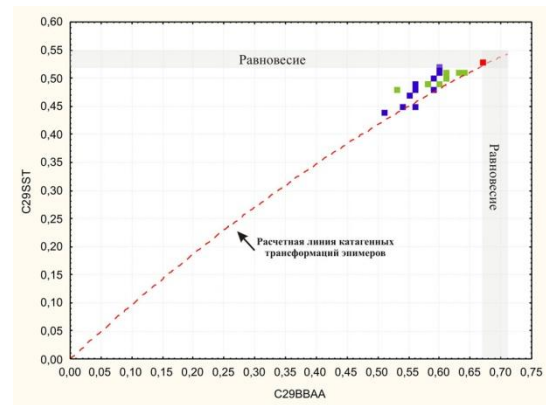


Рис. 4. Дифференциация нефтей по параметрам, характеризующим катагенез ОВ (C₂₉SSR и C₂₉BBAA). Условные обозначения см. рис. 2

Различия нефтей выделенных разновидностей фиксируются и по параметрам, характеризующим условия накопления исходного ОВ – для нефтей III разновидности значения параметров PREG/C27 и

TET/C26TRI заметно выше, чем для нефтей I и II разновидностей. Это может быть связано с тем, что нефти III разновидности, накапливались в бассейне с более высокой соленостью вод.

Согласно стерановым параметрам зрелости исходного ОБ ($C_{29}SSR$, $C_{29}VBAA$) (рис. 4), нефти I и III разновидности практически не различаются, а вот нефть II разновидности отличается от других более высокими значениями этих параметров, свидетельствующих о ее генерации на более поздних стадиях катагенеза.

Нефти изученной коллекции хорошо дифференцируются и по другим параметрам: NOR/HOP; C_{24}/C_{23} , C_{22}/C_{21} ; DIA/REG и Ts/Tm (рис. 5, 6), последние два помимо литологии пород, также в значительной степени зависят и от катагенеза материнского ОБ. Однако совокупность данных, в том числе и одинаковый катагенез нефтей I и III разновидностей при различии других параметров, позволяет считать, что в данном случае эти отношения в большей степени зависят от литологического состава НМП. Согласно этим параметрам: нефти I и III разновидности генетически связаны с материнским ОБ карбонатных формаций, а нефть II – терригенных, обогащенных каталитически активными глинистыми минералами.

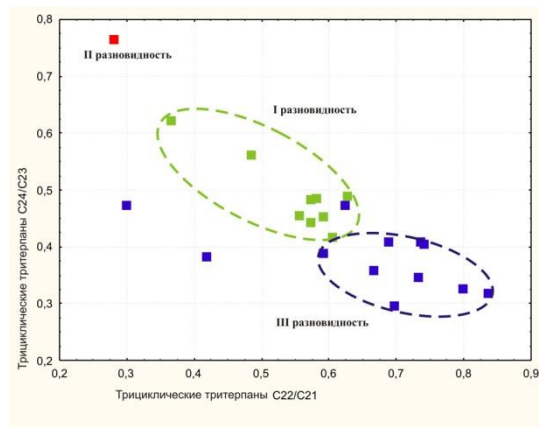


Рис. 5. Дифференциация нефтей по параметрам, характеризующим литологию НМП (C_{24}/C_{23} и C_{22}/C_{21}).

Условные обозначения см. рис. 2.

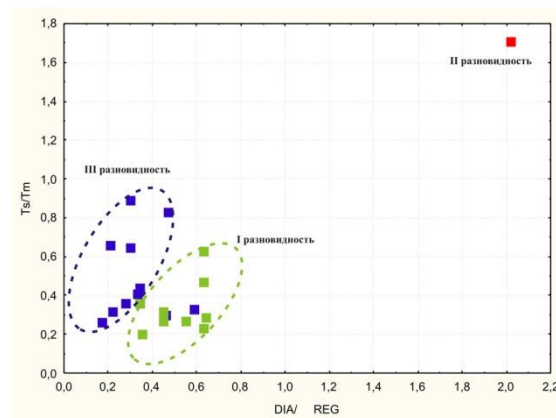


Рис. 6. Дифференциация нефтей по параметрам, характеризующим литологию НМП и катагенез ОБ (Ts/Tm и DIA/REG).

Условные обозначения см. рис. 2.

Таким образом, полученные результаты позволяют предположить, что нефти I, II и III разновидностей генерированы тремя различными нефтематеринскими толщами.

Учитывая информацию о материнских толщах [1] в совокупности с данными полученными нами ранее для нефтей Южно-Татарского свода (республики Татарстан и Башкортостан) [2], такими источниками могут быть:

- для нефтей I разновидности – регионально распространенная **среднефранско-турнейская глинисто-карбонатная (доманиковая) толща** (связь была подтверждена прямыми корреляциями с битумоидами нефтематеринских пород),
- для нефтей II разновидности – **терригенная толща живета**, основной очаг которой локализуется в пределах Бузулукской впадины (прямых корреляций с битумоидами живетских нефтематеринских пород не проводилось, в виду отсутствия подходящих образцов),
- вероятным источником **нефтей III разновидности** на территории Бузулукской впадины и прилегающих районов могли быть карбонатные нефтематеринские толщи турне или тульского горизонта среднего визе, однако для подтверждения таких предположений необходимо провести корреляции с битумоидами вероятных НМП.

Литература

1. Ларская Е.С. Диагностика и методы изучения нефтегазоматеринских толщ. – М.: Недра, 1983. – С. 200
2. Киселева Ю.А., Можегова С.В. Геохимические типы и генерационные источники нефтей Южно-Татарского свода и прилегающих территорий. // Сборник материалов II международной конференции молодых ученых и специалистов. – Санкт-Петербург: ВНИГРИ, 2011. – С. 188-193.

**ПОРОДЫ-КОЛЛЕКТОРЫ ГИДРОТЕРМАЛЬНО-МЕТАСОМАТИЧЕСКОЙ ПРИРОДЫ В
ДОЮРСКИХ КАРБОНАТНЫХ ОТЛОЖЕНИЯХ ЮГО-ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ ЗАПАДНО-
СИБИРСКОЙ ГЕОСИНЕКЛИЗЫ****А.Е. Ковешников, К.С. Антонов, Е.К. Дугарова**

Научный руководитель доцент А.Е. Ковешников

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Палеозойские отложения Западно-Сибирской геосинеклизы накапливались, начиная с кембрия до начала среднего карбона. Среди палеозойских отложений значительное место занимают карбонатные породы, лишенные терригенной примеси. В этих породах, преобразованных вторичными процессами, обнаружен ряд месторождений нефти и газа. Длительное время считалось, что породы-коллекторы в палеозойских отложениях сформировались исключительно в период континентального стояния региона (пермь-триас), когда в условиях засушливого климата в зоне контакта палеозойских и перекрывающих их мезозойских (юрских) отложений сформировался нефтегазоносный горизонт зоны контакта (НГГЗК).

Нами в последние годы предложена более сложная схема преобразования палеозойских пород, включающая три временных периода: 1 – диагенетические и первично-катагенетические преобразования, которые осуществлялись с начала формирования палеозойских отложений до окончания орогенного этапа развития региона (кембрий – начало перми); 2 – формирование кор выветривания по выходам палеозойских отложений на доюрскую поверхность (пермь – триас), в результате чего был сформирован горизонт НГГЗК (кремнисто-глинистые щебнистые массы – коры выветривания по кремнисто-глинистым отложениям, зоны разуплотнения по доюрским отложениям кремнисто-глинистого состава, плащеобразно залегающие тела бокситов); 3 – в результате перекрытия доюрских отложений толщей морских отложений юрско-палеогенового возраста последние прошли и проходят в настоящий момент катагенетические преобразования, являющиеся первичными для юрско-меловых и палеогеновых пород, и вторично-катагенетическими для доюрских отложений [1, 2]. В результате комплексного сочетания процессов, проявившихся в течение этих трех этапов в известняках, лишенных терригенной примеси, сформировались резервуары и ловушки нефти и газа метасоматически-трещинного и трещинного типов [3, 4].

Для выяснения роли каждого из перечисленных этапов в формировании пород-коллекторов нами изучены палеозойские отложения юго-восточной части Западно-Сибирской геосинеклизы [5], в пределах Нюрольского осадочного бассейна, именуемого Чузикско-Чижапской зоной нефтегазоаккумуляции [6], для которых с начала силура до конца позднего девона постоянно имелись участки формирования известняков, лишенных терригенной примеси.

Пустотный потенциал в доюрских карбонатных породах сформировался: в диагенезе и раннем первичном катагенезе известняки были в различной степени доломитизированы; в период континентального стояния региона известняки интенсивно разрушались, но зон развития пород-коллекторов в приповерхностной зоне почти не сформировали; вторично-катагенетические преобразования и определили известный нам облик пустотного пространства пород. В этот период проявились такие гидротермальные процессы, как доломитизация и выщелачивания, зоны, проявления которых имеют трещинно-метасоматическую природу и, проявляются по разломам, пересекающим тела известняков, лишенных терригенной примеси [3, 4].

Как нами показано ранее, на территории юго-восточной части Западно-Сибирской геосинеклизы установлен ряд литолого-петрографических толщ, соответствующих свитам, подсвитам или нескольким последовательно отлагавшимся свитам [1]. Из них известняками, лишенными терригенной примеси сложены толщи: доломито-известняковая ($S_{1-2}-D_1$); известняков с биогермами и биостромами ($D_1^2-D_3^1$); карбонатная (D_3); известняков окварцованных со спонголитами (C_1t-s_1). Они составляют непрерывный ряд пород, внутри которых могли формироваться, и сформированы породы-коллекторы трещинно-метасоматической природы. Названные толщи [1] в той или иной степени подвержены проявлению вторичных процессов в стадии диагенеза и раннего первичного катагенеза. В породах доломито-известняковой толщи в стадию диагенеза отмечается доломитизация цемента, а кальцитовый состав сохранили скелетные остатки. В отложениях толщи известняков с биогермами и биостромами диагенетическая доломитизация проявляется в замещении доломитом цементирующей массы и органических остатков. В отложениях карбонатной толщи диагенетическая доломитизация не проявилась.

В толще известняков окварцованных доломитизация не проявилась, отмечается диагенетическое окварцевание. Данная толща, ввиду кремниевой специализации вторичных процессов в настоящей статье не рассматривается.

Начиная с начала силура и до конца позднего девона, описываемая территория имела непрерывно накапливаемый ряд известняков, лишенных терригенной примеси.

Доломито-известняковая толща. Ее слагают известняки фито-зоогенными биоморфно-детритовые. Это – светло-серые и светло-коричневые породы органогенно-обломочные, вторично-комковатые, участками пятнистые или слоистые. Скелетные остатки (30–60%) представлены водорослями, остракодами, фораминиферами. В виде сыпи развит пирит. По трещинам развит кальцит. Породы доломитизированы, вплоть до формирования доломитов замещения и разбиты трещинами, которые соединяют воедино поры и каверны и формируют породы-коллекторы трещинно-каверно-порового типа.

Толща известняков с биогермами и биостромами характеризуется чистым карбонатным составом пород. Толщу слагают известняки зоогенные биоморфные (амфиоровые, строматопоровые, брахиоподовые). Это серые, светло-серые, иногда с буроватым оттенком породы. Скелетные остатки (30–90%)

представлены ненарушенными остатками амфибор, ценостиумами строматопорат, реже целыми раковинами брахиопод, сложенными кальцитом. Цемент кальцитовый, участками с примесью глинистого материала, частично доломитизирован в диагенезе. Участки с повышенными коллекторскими свойствами окаймляются зонами, где пустотное пространство заполнено мелочно-белым кальцитом с примесью гидроокислов железа. Зоны доломитизации имеют трещинную природу и соседствуют с зонами, почти неизменных пород. Но отдельным трещинам установлено развитие вторичного каолинита.

Карбонатная толща характеризуется чистым кальцитовым составом с незначительной терригенной примесью. Толщу слагают **известняки фито-зоогенные биоморфные (водорослево-фораминиферовые и строматопоровые)**. Это серые, светло-серые породы, микрозернистые, вторично-комковатые, пятнистые, изредка слоистые с послойным расположением комков грануляции и сериями микростилолитов. Цемент представлен агрегатом кальцита, лишённого терригенной примеси. Скелетные остатки (3–40%) представлены остатками трубок водорослей, раковин брахиопод, остракод, члениками криноидей.

Известняки зоогенные биоморфные (строматопоровые). Это серые и светло-серые породы, сложенные на 60–80% остатками строматопорат, находящихся в прижизненном положении, содержат редкие фрагменты раковин брахиопод, обогащающих отдельные прослои. Цемент чистый кальцитовый, либо замутнённый тонкодисперсным материалом, с примазками и каплями бурого битуминозного вещества, участками доломитизирован. Наиболее проявившимися вторичными процессами является доломитизация и пиритизация. Доломит и пирит развиваются на месте пор в фрагментах строматопор, образуют сыпь зерен по границе прослоев. Битуминозное вещество тяготеет к остаткам строматопорат, а также развито в цементе. Зоны, преобразованные вторичными процессами, соседствуют с неизменными известняками, что говорит о трещинной природе коллекторов. Пустотное пространство представлено порами и кавернами.

По образования всех трех толщ сформировались **доломиты замещения**, представленные серыми, светло-серыми породами, состоящими из доломита (95–100%), кварца (0–4%), глинистого материала (доля %), гидрослюд (до 3%), кальцита (0–3%), ангидрита (доли %). Диагенетическая генерация доломита – ромбоздры и неправильно-многоугольные зерна (до 0,1–0,5 мм), содержащие захваченные в процессе роста пылевидные частицы кварца или глинистых минералов. Доломит второй генерации выполняет каверны и поры, реже трещины в диагенетическом доломите.

Три описанные толщи имеют широкое площадное распространение на изученной территории в виде пластов значительной протяженности.

Чтобы установить в каких условиях формировались породы-коллекторы, необходимо выработать критерии, определяющие их генезис. По общепринятой позиции о формировании пород-коллекторов в доюрских карбонатных породах зоны НГГЗК в связи с гипергенными процессами периода континентального стояния региона, мы можем ожидать определенное улучшение коллекторских свойств пород при приближении к доюрской поверхности. При этом пористость и проницаемость будут иметь матричную природу, т.е. будут проявляться как гранулярные через контакт пор. Для отнесения пород-коллекторов к вторично-катагенетическим необходимым условием является наличие известняков, лишённых терригенной примеси, пористость и проницаемость будут иметь трещинную природу, т.е. будут связаны с проявлением открытых трещин. Зоны вторично-катагенетической проработки здесь будут проявиться по любому участку разреза, независимо от связи их с доюрской поверхностью, а значит, будет иметь место чередование в разрезе скважины зон проявления пород-коллекторов и пород-неколлекторов.

Коллекторские свойства отложений толщи доломито-известняковой формируются на фоне диагенетической и первичной раннекатагенетической доломитизации, проявленной по цементу породы. Значения пористости незначительно улучшены при приближении к доюрской поверхности. Данные по трещинной проницаемости, и расположение зон развития пород-коллекторов наводят на вывод о трещинной природе сформированного коллектора, что подтверждается и перемежающимися с породами-коллекторами участками развития пород-неколлекторов.

Подобную же картину мы имеем при рассмотрении отложений толщи известняков с биогермами и биостромами. Здесь значения пористости пород фактически не показывают связи с доюрской поверхностью. Трещинная природа формирования коллектора проявилась в развитии зон пород-коллекторов, сопровождаемых доломитизацией, вплоть до формирования доломитов замещения. Зоны пород-коллекторов разделены участками пород-неколлекторов.

Толща карбонатная, в отличие от двух вышеописанных, не подвергалась в диагенезе доломитизации. По ряду скважин (Урманская 5) определенная связь с доюрской поверхностью усматривается, по другим скважинам (Урманская 7) – нет. При удалении от доюрской поверхности зоны коллекторов перемежаются с зонами пород-неколлекторов.

Разрез Урманской скважины 5, представленный известняками, участками доломитизированными, характеризуются трещинной проницаемостью, в то время как для отложений толщи, нацело преобразованных в доломиты замещения, установлено проявление как трещинной, так и матричной проницаемости. Здесь, возможно вторично-катагенетическая доломитизация наложена на участок проявления гипергенного выщелачивания. Таким образом, отложения карбонатной толщи являются перспективными для формирования пород-коллекторов в участках проявления доломитизации и могут улучшаться при проявлении вторично-катагенетического выщелачивания и в меньшей степени гипергенного выщелачивания.

На основании вышеизложенного можно сделать следующие выводы:

1. На территории Западно-Сибирской геосинеклизы известняки отлагались с начала силура до конца девона и имеют широкое площадное распространение.

2. В зоне гипергенного преобразования пород коллекторские свойства улучшены незначительно. Во всех карбонатных толщах установлено развитие пород-коллекторов в виде трещинных зон.

3. Поиск трещинно-метасоматических по происхождению месторождений нефти и газа в палеозойских карбонатных породах необходимо осуществлять не только с привязкой не к доюрской поверхности, а, в основном, к системе трещин и разломов, в участках пересечения ими тел известняков, где проявлялись вторично-катагенетические преобразования пород, такие как гидротермальное выщелачивание и гидротермальная доломитизация.

Литература

1. Ковешников А.Е., Недоливко Н.М. Коры выветривания доюрских отложений Западно-Сибирской геосинеклизы // Известия Томского политехнического университета. – Томск, 2012. – Т. 320. – № 1. – С. 77-81.
2. Ковешников А.Е., Недоливко Н.М. Вторично-катагенетические преобразования доюрских пород Западно-Сибирской геосинеклизы // Известия Томского политехнического университета. – Томск, 2012. – Т. 320. – № 1. – С. 82-86.
3. Ковешников А.Е. Резервуары нефти и газа в доюрских образованиях Западно-Сибирской геосинеклизы // Известия Томского политехнического университета. – Томск, 2011. – Т. 319. – № 1. – С. 147–151.
4. Ковешников А.Е. Ловушки нефти и газа в доюрских отложениях Западно-Сибирской геосинеклизы (Томская область) // Известия Томского политехнического университета. – Томск, 2011. – Т. 319. – № 1. – С. 152-155.
5. Конторович А.Э., Иванов И.А., Ковешников А.Е. и др. Геологические условия нефтегазоносности верхней части палеозойского разреза Западной Сибири (на примере Межовского срединного массива) // В кн.: Теоретические и региональные проблемы геологии нефти и газа / под ред. И.С. Грамберга и др. – Новосибирск: Наука, 1991. – С. 152-171.
6. Конторович В.А. Сейсмогеологические критерии нефтегазоносности зоны контакта палеозойских и мезозойских отложений Западной Сибири (на примере Чузикско-Чижапской зоны нефтегазоаккумуляции) // Геология и геофизика. – М., 2007. – Т. 48. – № 5. – С. 538–547.

ФОРМИРОВАНИЕ ПОРОД-КОЛЛЕКТОРОВ ГИДРОТЕРМАЛЬНО-МЕТАСОМАТИЧЕСКОГО ТИПА В КРЕМНИСТО-ГЛИНИСТЫХ ОТЛОЖЕНИЯХ ЮГО-ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ ЗАПАДНО-СИБИРСКОЙ ГЕОСИНЕКЛИЗЫ

А.Е. Ковешников, Е.К. Дугарова, К.П. Антонов

Научный руководитель доцент А.Е. Ковешников

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

В палеозойских отложениях Западно-Сибирской геосинеклизы, которые накапливались в условиях палеозойского моря, начиная с кембрия до начала среднего карбона, кроме карбонатных образований, представленных известняками, лишенными терригенной примеси, известняками глинистыми с переходами к мергелям и аргиллитам, сформировался комплекс специфических, кремнисто-глинистых пород. В этих породах, преобразованных вторичными процессами, обнаружен ряд месторождений нефти и газа. Длительное время считалось, что породы-коллекторы в данных отложениях исключительно связаны с периодом континентального стояния региона (пермь-триас). В это время в условиях засушливого климата в зоне контакта палеозойских и перекрывающих их мезозойских (юрских) отложений сформировался нефтегазоносный горизонт зоны контакта (НГГЗК). Нами в последние годы [1] предложена схема преобразования палеозойских пород, включающая три временных периода их преобразования: первый – диагенетические и первично-катагенетические преобразования, осуществившиеся с начала формирования палеозойских отложений до окончания орогенного этапа развития региона (кембрий – начале перми), соответственно, чем древнее толща, тем большие преобразования приурочены к этому этапу; второй – были сформированы коры выветривания по выходам палеозойских отложений на доюрскую поверхность (пермь – триас) и был сформирован горизонт НГГЗК (кремнисто-глинистые щебнистые массы – коры выветривания по кремнисто-глинистым отложениям; третий – в результате перекрытия доюрских отложений толщей морских отложений юрско-палеогенового возраста последние проходят катагенетические преобразования, первичные для юрско-меловых и палеогеновых пород, и вторично-катагенетические – для доюрских отложений [1]. В результате комплексного сочетания процессов, проявившихся в течение этих трех этапов в кремнисто-глинистых породах, сформировались резервуары и ловушки нефти и газа метасоматически-трещинного и трещинного типов [2, 3].

Для выяснения роли перечисленных выше этапов преобразования в формировании пород-коллекторов нами изучены палеозойские отложения Западно-Сибирской геосинеклизы, в частности, ее юго-восточной части (Нюрольского осадочного бассейна [4], именуемого [5] Чузикско-Чижапской зоной нефтегазоаккумуляции). Настоящая статья посвящена формированию пустотного потенциала палеозойских отложений, обогащенных биогенным и диагенетическим кремнеземом. При этом, палеозойские отложения целесообразно рассматривать как литолого-петрографические толщи, характеризующиеся близким составом и условиями формирования и сопоставимым пустотным потенциалом. Описываемые отложения кремниевой специализации на изученной территории подразделяются на: сформировавшиеся в бассейновых условиях с первично-осадочным кремнеземом; рифогенно-аккумулятивные образования с окремнением, проявившемся в диагенезе, которые в гипергенезе и в стадии вторично-катагенетического преобразования пород претерпели гипергенное и затем гидротермальное выщелачивание.

Палеозойские отложения, обогащенные кремнеземом, подразделяются на четыре литолого-петрографические толщи. Кремненакопление начинается в начале верхнего девона с формирования в бассейновых условиях толщи кремнеаргиллитовой с радиоляритами (соответствует чагинской свите). Затем в турнейский, визейский, в начале и середине серпуховского веков раннего карбона параллельно накапливаются две толщи: туфогенно-глинистая с прослоями известняков (соответствует кехорегской свите бассейнового комплекса) и известняков окварцованных со спонголитами (соответствует табганской свите рифогенно-аккумулятивного комплекса) и с широким развитием гидротермально-метасоматического окремнения. Обе толщи перекрыты породами терригенной с прослоями туфов толщи (соответствует средневажуганской свите) конца раннего – начала среднего карбона.

Толщу кремнеаргиллитовую с радиоляритами слагают: **кремнеаргиллиты и силициты (радиоляриты)** с редкими маломощными прослоями и линзами известняков, исчезающих вверх по разрезу. Это серые, темно-серые, светло-серые с зеленоватым оттенком породы, часто переслаивающиеся. Скелетные остатки (10–20% – у кремнеаргиллитов и до 50–70% – у силицитов) представлены остатками радиолярий, очень редки в них створки или целые раковины остракод и трубки водорослей. Раковины радиолярий выполнены кварцем (или заместившим его каолинитом, сидеритом или кальцитом), раковины остальных групп организмов выполнены кальцитом. Цемент гидрослюдисто-каолиновый, обогащенный кальцитом или сидеритом у кремнеаргиллитов и кремнистый с примесью глинистых минералов у силицитов. В кремнеаргиллитах установлены участки, обогащенные примесью обломочного кварца и плагиоклазов. Вторичные процессы – выщелачивание, сидеритизация. Встречаются прослои известняков зоо-фитогенных биоморфных, известняков зоо-фитогенных биогенных, известняковых мелкогалечниковых конгломерато-брекчий, известково-глинистых силицитов, глинистых силицитов (радиоляритов), известковых аргиллитов.

Толщу туфогенно-глинистую с прослоями известняков, продолжающую ряд отложений бассейнового комплекса, с биогенным извлечением кремнезема слагают: **аргиллиты с примесью туфогенного материала, переходящие в мергели со спикулами губок**. Это серые, темно-серые с коричневым оттенком породы. Структура микрозернистая, текстура слоистая, в мергелях с ориентированным расположением обрывков туфогенного материала и спикул губок. Скелетные остатки (1–5% в аргиллитах, и до 40% в мергелях) представлены остатками остракод, однокамерных фораминифер, выполненных кальцитом, и остатков спикул губок, выполненных кварцем. Постоянная примесь агрегатов туфового материала в виде уплощенных фрагментов (0,1 на 1–5 мм, до 5%), выполненных агрегатом глинистых минералов, со следами пузырьков и редких игольчатых, реже таблитчатых кристаллов плагиоклазов с двойниковой структурой. Цемент глинистый (смесь каолинита, гидрослюды и хлорита), у мергелей – кальцитовый с примесью глинистых минералов и вторичного пирита.

Толща известняков окварцованных со спонголитами сформировалась на мелководных участках в непосредственной близости от образований толщи туфогенно-глинистой с прослоями известняков. Ее слагают: **известняки зоогенные биоморфно-детритовые (криноидно-фораминиферовые)**. Это серые, темно-серые, иногда с коричневым оттенком породы слоистой текстуры. Скелетные остатки (70–95%) представлены члениками криноидей, целыми раковинами многокамерных фораминифер (кальцит или заместивший его каолинит), спикулами губок, выполненные кварцем, или вторичным каолинитом, сидеритом или кальцитом. Цемент карбонатный с примесью глинистого материала, либо глинистый, в обогащенных спикулами губок породах цемент глинисто-кремнистый. Отмечается постоянное наличие фрагментов гиалобазальтов, окруженных корочкой пузырьчатой лавы базальта.

Глинистые силициты (спонголиты). Это светло-серые, серые и темно-серые с желтоватым или зеленоватым оттенком породы (прослои 0,5–3,0 мм), реже серии тонкого переслаивания с аргиллитами (до 30–40 мм). Скелетные остатки (50%, реже до 80%) представлены спикулами губок (кварц, или заместивший его каолинит, сидерит, или же на их месте развиты поры). Цемент кремнистый или кремнисто-глинистый микро-тонкозернистый, частично сидеритизированный с примесью гидроксидов железа бурого цвета. Породы могут переходить в аргиллиты с повышенным (до 30–40%) количеством остатков спикул губок, криноидеями, многокамерными фораминиферами, водорослевыми нитями (кальцит или заместивший его сидерит, реже кварц). Цемент глинистый, плотно облекают скелетные остатки и содержат вкрапленность новообразований кальцита, сидерита или кварца. В отложениях толщи также установлены: туфоаргиллиты, лито-кристалло-витрокластические и кристалло-кластические туфы, брекчии глинисто-кремнистых пород, гиалобазальты, пузырьчатая лава базальтового порфирита.

Общими для параллельно накапливающихся образований нижнего карбона являются: **карбонатно-микр кварцитовые породы (по известнякам) и микр кварциты**. Это светло-серые, серые с коричневым или желтоватым оттенком породы тонко-мелкозернистой структуры, слоистой текстуры, содержащие скелетные остатки (50–80%), представленные спикулами губок, выполненными биогенным кварцем, целыми раковинами многокамерных фораминифер, фрагментами раковин остракод, члениками криноидей (кальцит, или вторичный кварц). Цемент представлен глинисто-кремнистым агрегатом, где кварц замещает кальцит. В зоне проявления гипергенных процессов они переходят в микр кварциты, из которых вынесены остаточные биогенный кальцит и кварц, а в образующихся порых и кавернах иногда образовывались корочки крустификационного доломита.

Толща терригенная с прослоями туфов завершает разрез, представленный породами, обогащенными биогенным кремнеземом, когда дифференциация дна бассейна завершилась, и в результате регрессии морской бассейн завершал свое существование. Толщу слагают: **аргиллизированные или глинизированные туфы и туфоалевролиты, туфопесчаники, туфогравелиты, туфоконгломераты**. Это серые и темно-серые породы, иногда с бурым оттенком, представленные смесью каолинита и смешанно-слоистых гидрослюды-

монтмориллонита. Скелетные остатки (до 10% породы) у аргиллитов, представленные остатками спикул губок и радиолярий (кварц), равномерно рассеяны в породе, наравне с редкими обломками кварца угловатой формы (до 0,3 мм). Цемент глинистый с примесью карбонатных минералов. Основным вторичным процессом является выщелачивание с выносом карбонатных и кремнистых биогенных минералов. Часть образующихся пор заполнена каолинитом и сидеритом. Туфогенные обломочные породы представлены глинистыми агрегатами, сцементированными глинистой массой, их название определяется по крупности преобладающих обломков и пузырчатой структуре.

Критерием для отнесения пород-коллекторов к сформированным в зоне действия процессов гипергенеза (НГГЗК) является улучшение коллекторских свойств пород при приближении к доюрской поверхности. Пористость и проницаемость будут иметь матричную природу, т.е. будет проявляться как гранулярные через контакт пор.

В зонах появления вторично-катагенетических преобразований проницаемость будет осуществляться через систему трещин, и сопровождаться трещинной проницаемостью, а при наложении этих зон на участки гипергенной проработки они могут сопровождаться некоторым относительным уменьшением значений пористости, в связи с проявлением сидеритизации, сопровождающей гидротермальную каолинизацию. Главным критерием трещинной природы коллектора является чередование зон пород-коллекторов и пород-неколлекторов.

В отложениях кремнеаргиллитовой с радиоляритами толщи зоной гипергенной проработки можно считать участок повышенных значений пористости, приуроченных к доюрской поверхности, в то время как проявление вторично-катагенетических преобразований связано с трещинной проницаемостью, сопровождаемой, в ряде случаев, при повышенных значениях проницаемости, даже уменьшением значений пористости (Северо-Калиновская скважина 21). Устанавливается зона гипергенной проработки, в пределах до 70 м. Вторично-катагенетически преобразованные зоны (до 2–15 м) разделены участками пород-неколлекторов, и верхняя наложена на зону проявления гипергенных процессов, что привело к уничтожению матричной проницаемости, и проявлению проницаемости трещинной, сопровождаемой проявлением вторично-катагенетических каолинизации и сидеритизации [6].

Для толщи известняков окварцованных установлено формирование в зоне гипергенеза пород-коллекторов матричной природы, с наложением на весь разрез скважины (включая и зону гипергенных коллекторов) участков развития коллекторов трещинной природы.

По отложениям толщи туфогенно-глинистой с прослоями известняков вскрыты отложения, преобразованные в зоне гипергенеза. В отдельных участках отмечается проявление трещинных зон, в которых проницаемость понижена и осуществляется по трещинам, в то время как матрица заполнена вторичными минералами.

В отложениях толщи терригенной с прослоями туфов даже в зоне проявления гипергенных процессов пород-коллекторов не установлено.

На основании вышеизложенного можно сделать следующие выводы:

1. Кремнисто-глинистые породы юго-восточной части Западно-Сибирской геосинеклизы накапливались в бассейновых условиях в верхнем девоне и нижнем карбоне, и остаточны на всей территории в конце раннего – начале среднего карбона. В раннем карбоне наряду с накоплением толщ с биогенным кремнеземом происходило диагенетическое окремнение известняков рифогенно-аккумулятивных.

2. В кремнисто-глинистых и кремнисто-карбонатных образованиях породы-коллекторы формируются в значительной степени при гипергенезе в период континентального стояния региона, а также в период вторично-катагенетического преобразования пород в виде трещиноватых зон гидротермально-метасоматической проработки, которые могут, как накладываться на зоны гипергенного выщелачивания, так и развиваться по породам, отделенным от доюрской поверхности участками пород-неколлекторов.

3. Территория распространения пород-коллекторов гипергенной природы будет соответствовать площади распространения отложений чагинской, кехорегской и табаганской свит, т.е. бассейновых верхнедевонского возраста и нижнекарбонных отложений по всей площади их распространения.

Литература

1. Ковешников А.Е., Недоливко Н.М. Коры выветривания доюрских отложений Западно-Сибирской геосинеклизы // Известия Томского политехнического университета. – Томск, 2012. – Т. 320. – № 1. – С. 77-81.
2. Ковешников А.Е. Резервуары нефти и газа в доюрских образованиях Западно-Сибирской геосинеклизы // Известия Томского политехнического университета. – Томск, 2011. – Т. 319. – № 1. – С. 147–151.
3. Ковешников А.Е. Ловушки нефти и газа в доюрских отложениях Западно-Сибирской геосинеклизы (Томская область) // Известия Томского политехнического университета. – Томск, 2011. – Т. 319. – № 1. – С. 152-155.
4. Конторович А.Э., Иванов И.А., Ковешников А.Е. и др. Геологические условия нефтегазоносности верхней части палеозойского разреза Западной Сибири (на примере Межовского срединного массива) // Теоретические и региональные проблемы геологии нефти и газа / под ред. И.С. Грамберга и др. – Новосибирск: Наука, 1991. – С. 152-171.
5. Конторович В.А. Сейсмогеологические критерии нефтегазоносности зоны контакта палеозойских и мезозойских отложений Западной Сибири (на примере Чузиско-Чижапской зоны нефтегазоаккумуляции) // Геология и геофизика, 2007. – Т. 48. – № 5. – С. 538-547.
6. Ковешников А.Е., Недоливко Н.М. Вторично-катагенетические преобразования доюрских пород Западно-Сибирской геосинеклизы // Известия Томского политехнического университета. – Томск, 2012. – Т. 320. – № 1. – С. 82-86.

ФУНДАМЕНТ ПРЕДКАВКАЗЬЯ – НОВЫЙ НЕФТЕГАЗОНОСНЫЙ ЭТАЖ**М.С. Корсакова**Научный руководитель профессор Э.С. Сианисян
Южный федеральный университет, г. Ростов-на-Дону, Россия

В настоящее время в Южном федеральном округе отмечается снижение прироста запасов углеводородного сырья и сокращение объемов добычи нефти. Степень выработанности многих нефтяных месторождений достаточно высока (до 81%), часть из них находится на завершающей стадии разработки. Обеспеченность разведанными запасами нефти при сохранении существующих темпов добычи достигла опасной черты. Открытию новых залежей углеводородов в основных нефтегазоносных комплексах осадочного чехла препятствует сокращение фонда перспективных структур, уменьшение размеров залежей, увеличение глубины их залегания, усложнение типов ловушек и коллекторов. Поэтому для обеспечения прироста запасов углеводородного сырья (УВ) необходимо расширение стратиграфического интервала нефтегазоносности разреза за счет включения в число перспективных новых нефтегазоносных комплексов. К их числу в пределах юга Русской плиты следует относить породы протерозой-палеозойского фундамента.

Успехи, достигнутые в деле открытия значительных скоплений УВ в палеозойском фундаменте Западно-Сибирской (61 месторождение с 73 залежами нефти) и Туранской (Оймашинское месторождение нефти, связанное с гранитным массивом, осложняющим палеозойский фундамент) плит, позволяют рассматривать территорию Предкавказья в качестве нефтегазоносной провинции, перспективной на открытие подобных месторождений УВ.

На сегодняшний день в Предкавказье породы фундамента вскрыты более чем 800 скважинами, но лишь в 258 скважинах были проведены испытания пород фундамента. Из них раздельно только палеозойские породы фундамента испытаны в 106 скважинах, в остальных – испытание проведено совместно с перекрывающими отложениями осадочного чехла. Таким образом, углеводородный потенциал палеозойского фундамента территории Предкавказья практически не изучен. Известны лишь единичные месторождения УВ залегающие в породах фундамента. К таким месторождениям можно отнести два месторождения. Кармалиновская площадь в западной части Ставропольского края, где на глубине 2467 м в кровельной дезинтегрированной части палеозойского фундамента впервые выявлена залежь газоконденсата, крышкой для которой служат глинистые породы альба. Юбилейная залежь в палеозойском фундаменте Равнинного Дагестана, принадлежащая к подгруппе нестратиформных ловушек. Небольшие залежи подобного типа ранее были выявлены бурением на Армавирском месторождении Краснодарского края, Азовском месторождении Ростовской области и на Северо-Кочубеевской структуре Равнинного Дагестана [7].

Перспективы нефтегазоносности палеозойского фундамента Предкавказья. Рассматривая структуру фундамента Предкавказской эпигерцинской платформы А.И. Летавин [5, 6] выделяет на этой территории две герцинские складчатые системы: Предкавказскую и Донбасско-Бузачинскую.

Позднегерцинская Донбасско-Бузачинская складчатая система представляет крупный и сложно построенный синклиниорий, заложенный на глубоко погруженном южном борту Восточно-Европейской платформы (ВЕП). Предкавказская – представляет сложное гетерогенное сооружение и включает в себя байкальские, раннегерцинские и позднегерцинские структурно-тектонические элементы. В настоящее время на основе геолого-геофизических данных в составе фундамента Предкавказья выделяется 8 потенциально нефтегазоносных литолого-стратиграфических комплексов, охватывающих возрастной интервал от докембрия до позднего палеозоя. В различной степени метаморфизованные литолого-стратиграфические подразделения на отдельных участках прорваны интрузивными массивами преимущественно гранитного состава. Из-за малой глубины пробуренных скважин удается выделить лишь один, в редких случаях два – три комплекса.

Главными структурными элементами фундамента Предкавказья являются горсты и грабены, возникшие в ходе дробления фундамента, и представляют собой структуры активизации древней плиты. В большинстве своём эти структуры пережили (и возможно неоднократно) инверсионные этапы развития – прогибы преобразовывались в поднятия и наоборот. Это является немаловажным благоприятным фактором для формирования промышленных скоплений УВ сырья. Очертание главных структурных элементов и общая зональность герцинского этапа определяются продольными, субкавказскими системами северо-западной и субширотной ориентировки. Главные тектонические структуры в свою очередь разбиты на блоки разломами антикавказских простираний. В большинстве своём разломы носят глубинный характер и, не смотря на их древнее заложение, тектоническая деятельность по ним неоднократно подновлялась. Такие глубинные структуры служат каналами миграции и перераспределения УВ.

Древняя тектоническая структура сохранилась лишь в пределах догерцинских микроплит-террейнов, входящих в состав фундамента Скифской плиты. По представлениям большинства исследователей, в позднегерцинский и индосинийский этапы развития на территории Предкавказья, как и в горной части Большого Кавказа, произошли крупные горизонтальные перемещения геотектонических блоков (пакет тектонических пластин среднепалеозойских пород зоны Передового хребта, надвигание верхнекаменноугольных отложений Скифской плиты на южный край ВЕП, формирование безкорневых Терской и Сунженской антиклинальных складок в Терско-Каспийском прогибе). Тектоническая скученность разновозрастных и разных по литологическому составу пород, среди которых имеются и потенциально нефтегазоносные, является благоприятным фактором для выявления новых месторождений в фундаменте, в том числе нетрадиционных поднадвиговых месторождений УВ, широко эксплуатируемых за рубежом

Следует отметить, что за последние годы в структуре Кавказа выявлены крупные горизонтальные перемещения по надвигам кимерийского (среднеюрского) возраста. Так по реке Белой установлено [1] шарьирование пород докембрия на отложения триаса (район Белореченского барит-полиметаллического месторождения) и надвигание отложений триаса на осадки юры (район станицы Даховская) (данные ранее пробуренных скважин). В междуречье Лаба – Зеленчук на дневной поверхности откартирован надвиг, по которому сдвоен разрез раннеюрских отложений различных фациальных зон [2]. В основании аллохтонной пластины выявлены протерозой (?) – раннепалеозойские отложения, участвующие в надвигообразовании. Не исключено наличие тектонически зажатых линз раннемезозойских вулканогенно-осадочных образований среди шарьированных пород фундамента Предкавказья. Такие линзы могут являться дополнительным источником УВ.

Установлено, что на временных разрезах региональных сейсмических профилей, фазовая корреляция отражающих границ затруднена, а иногда невозможна и идентификация границ условная. Этот факт косвенно свидетельствует о тектонической расслоенности фундамента Предкавказья. Причем прямыми геологическими наблюдениями установлено, что шарьяжи более древних возрастов имеют северную, а шарьяжи юрского возраста – южную вергентность, что ещё больше усложняет внутреннюю структуру фундамента. Мозаично-блочная, осложненная покровно-складчатой, структура фундамента Предкавказья с развитием сложного рисунка тектонических нарушений в сочетании с потенциально нефтегазоносными литолого-стратиграфическими комплексами являются перспективной основой для развития УВ потенциала протерозой – позднепалеозойского фундамента.

Известно, что в фундаменте Западно-Сибирской платформы наиболее крупные скопления УВ приурочены к ловушкам антиформного (поднадвигового) типа, тектоническим, гранитоидным выступам пород фундамента. 36 крупных зарубежных месторождений УВ, залегающих в фундаменте связаны с его выступами. Среди них такие гиганты, как Пис-Ривер – 8,8 млрд. т (Канада), Ауджилла-Нафура – 0,6 млрд. т (Ливия), Белый Тигр – 0,600 млрд. т (Вьетнам).

Гранито-купольные структуры широко развиты в фундаменте Предкавказья. В этих проницаемых тектонических узлах происходит максимальное насыщение трещиноватостью различной ориентировки, т.е. высокими коллекторскими свойствами [4].

Исходя из некоторого сходства особенностей строения и нефтегазоносности Предкавказья и Западно-Сибирской платформы, и проводя аналогию со структурами, вмещающими зарубежные месторождения УВ, можно с большой долей уверенности предполагать наличие аналогичных объектов на территории Предкавказья.

Не вызывает сомнения, что фундамент Предкавказья представляет новый этаж нефтегазоносности земной коры. Анализ накопившихся к настоящему времени закономерностей, связанных с особенностями формирования, поисков и разработки нефтегазовых скоплений, основанный на имеющихся геолого-геофизических данных, позволяет отметить некоторые выраженные закономерности, охарактеризованные Поспеловым В.В. (2005):

1. Нефтегазоносность фундамента наблюдается в платформенных областях и зонах платформенных прогибов. Все известные месторождения приурочены к разломным дислокациям и областям пересечений разнонаправленных разломов.

2. Практически во всех случаях на незначительных расстояниях от залежей отмечается наличие нефтегазоматеринских свит, расположенных, как правило, ниже подошвы продуктивных толщ фундамента.

3. Статистика свидетельствует, что в породах фундамента содержится 80% нефтяных залежей, в то время как чисто газовых, лишь 10%.

4. Объясняется такое распределение, по-видимому, большей подвижностью газа по сравнению с жидкими флюидами. Особую значимость приобретает эта закономерность при исследовании заявленного объекта, в пределах которого (южного склона Воронежской антеклизы и Ростовского свода) на настоящее время обнаружены преимущественно газовые скопления.

5. Большинство залежей нефти в породах фундамента (63%) приурочено к гранитоидным и метаморфическим образованиям.

6. Коллекторами фундамента всегда являются трещинные и трещинно-кавернозные породы.

К этим закономерностям необходимо добавить немаловажную роль надвиговых структур в формировании нефтегазовых скоплений. Покровообразование может выступать и в роли построения структурных ловушек (положительных структур антиформного типа), и в роли экранирующих тектонических горизонтов (зоны меланжа, трассирующие тектонические швы, обладающие высокой вязкостью), а, возможно, и в роли подводящих каналов УВ.

Таким образом, независимо каких теоретических воззрений на происхождение нефти и газа придерживается тот или иной исследователь (классическая органическая теория, плитотектоническая, флюидодинамическая модели или гипотез неорганического происхождения (карбидная, вулканическая, глубинная магматическая и др.) [3]), перспективность протерозой-палеозойских комплексов Предкавказья должна быть всем очевидна. Для успешного освоения протерозой-палеозойского нефтегазового потенциала Предкавказья необходим вдумчивый, целенаправленный, всесторонний научный подход, основанный на глубоких знаниях, как самого региона, так и на мировых новейших достижениях, полученных в последние десятилетия.

Литература

1. Государственная геологическая карта Российской Федерации масштаба 1:200 000. Серия Кавказская. Лист L-37-XXXV (Майкоп). Корсаков С.Г. и др. – С.-П. (В издании).

2. Государственная геологическая карта Российской Федерации масштаба 1:200 000. Серия Кавказская. Лист L-37-XXXVI (Черкесск). Семенуха И.Н. и др. – С.-П. (В издании).
3. Доценко В.В. Геохимия и происхождение нефти и газа. – Ростов на Дону, 2007.
4. Лебедько Г.И. Прогноз углеводородного сырья Северо-Кавказской нефтегазоносной провинции. / Геология нефти и газа, 2007. – №4. – С. 56-62.
5. Летавин А.И. Тектоника и нефтегазоносность Северного Кавказа. – М.: Наука, 1987.
6. Летавин А.И. Геология фундамента Предкавказья. / В кн. Геология и полезные ископаемые Большого Кавказа. – М.: Наука, 1987. – С. 116-124.
7. Самойлович В.Л., Трофименко Е.А. Отчет «Обоснование нового (палеозойского) нефтегазового направления поисково-разведочных работ в Предкавказье». – Ессентуки, 2007.

ПЕРСПЕКТИВНЫЙ ТИП ЛОВУШЕК УГЛЕВОДОРОДОВ НА СКЛОНАХ СТРУКТУР I ПОРЯДКА В ЗОНЕ КОНТАКТА ПОРОД ФУНДАМЕНТА И ОСАДОЧНОГО ЧЕХЛА (ТОМСКАЯ ОБЛАСТЬ)

Л.К. Кудряшова

Научный руководитель доцент Т.А. Гайдукова

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Нефтяная промышленность достигла значительного уровня добычи нефти и в последующем будет не только удерживать, но и повышать его. Однако восполнение минерально-сырьевой базы осуществляется низкими темпами. В настоящее время вероятность открытия новых крупных высокодебитных месторождений нефти и газа на территории Томской области очень невелика. Стоит заметить, что крупные месторождения находятся на 3 и 4 стадиях разработки. Улучшение сырьевой базы сводится к открытию новых перспективных, более сложных в тектоническом и фашиально-литологическом плане, геологическим объектам.

До настоящего момента малые месторождения эксплуатировались только в двух случаях: либо находились вблизи от крупных месторождений, либо находились в районах с развитой инфраструктурой.

Эксплуатация таких месторождений, как правило, является малорентабельной и они не вызывает серьезного коммерческого интереса у потенциальных недропользователей. В то же время, при определенной концентрации мелких по размерам залежей возможно формирование экономически выгодных технологических схем их разработки.

С позиций современного представления о геологическом строении недр области, такая посылка является вполне объективной. Она в полной мере распространяется и на изучаемую территорию Нижневартовского свода, которая относится к нераспределенному фонду недр Томской области (лицензионный участок № 55).

На склоновых участках Нижневартовского свода в контактной зоне юрских пород с палеозоем следует предполагать развитие базальных песчаных нефтегазоносных горизонтов, аналогичных выявленным в Приколтогорском врезе.

Важнейшей проблемой на современной стадии нефтепоисковых работ являются поиски залежей нефти и газа в неантиклинальных ловушках (НАЛ).

В зоне сочленения Колтогорского мегапрогиба и Нижневартовского свода на юго-восточном склоне Кедровского куполовидного поднятия детальными сейсмическими исследованиями МОГТ в 1986 г. выделен относительно узкий и глубокопогруженный прогиб, названный *Приколтогорским врезом*.

В отложениях салатской свиты в рассматриваемом районе к настоящему времени открыто 2 залежи непроизводного значения. Нефтяная залежь (восточная часть вреза) и газоконденсатная залежь (западная часть вреза) в пласте Ю₁₅ Приколтогорского вреза разделяются дизъюнктивным нарушением северо-западного простирания, при этом газоконденсатная залежь выше на 82 метра, чем нефтяная залежь.

В пределах вреза пробурено три параметрических скважины № 1, 2, 3. Выявлены две самостоятельные сложнопостроенные тектонически и стратиграфически экранированные залежи.

Газоконденсатная залежь вскрыта скважиной №1 и приурочена к выклинивающейся на склоны Матюшкинского и Кедровского выступов нижнеюрской геттанг-синемюрской толще. Ловушка залежи замыкается на западе линией выклинивания на эффузивные породы, на востоке экранируется тектоническим разломом. Условный ГВК принимается по подошве пласта в скв. № 1 на а.о. -3105 м. Скважина №3 пробурена в пределах этой же ловушки, но за контуром газоносности (кровля пласта на а.о. -3131 м). Фактические размеры залежи не известны. Дебит газоконденсата составлял около 8 тыс. м³/сут.

Нефтяная залежь является тектонически, а на участке замыкания Приколтогорской палеодолины стратиграфически экранированной. Залежь вскрыта скв. №2, получен непромышленный приток нефти дебитом около 1 м³/сут. Нефть высокопарафинистая, смолистая. Параметры залежи не изучены. Можно предположить распространение пласта Ю₁₅ в сторону Колтогорского прогиба и его развитие на склонах Нижневартовского свода. Пласт Ю₁₅, приуроченный к подошве осадочного чехла, непосредственно залегает на палеозойском фундаменте. Пласт представлен серыми крупнозернистыми песчаниками гравелитовыми средней плотности.

Что касается фильтрационно-емкостных свойств, то данные лабораторных исследований и результаты обработки ГИС свидетельствуют о низких фильтрационно-емкостных свойствах песчаников. Пористость

изменяется от 9 до 13%, в единичных образцах до 17,5%, проницаемость составляет сотые-десятые доли миллиарды. Остаточная водонасыщенность 60–90%.

Следует отметить, что намечается некоторое увеличение мощности и уменьшение пористости базального пласта от центральной части Приколтогорского вреза на его юго-западный борг. В этом же направлении происходит увеличение содержания примеси углисто-глинистого материала. Эти данные позволяют предположить, что в центральной русловой части Приколтогорской палеодолины происходил наибольший промыв и сортировка аллювиального обломочного материала, повлекшие за собой улучшение гранулярных коллекторских свойств.

Приколтогорская площадь является опытным сейсмическим полигоном по разработке методик поиска типами неантиклинальных ловушек (НАЛ) с помощью комплексирования данных сейсморазведки и бурения.

Разрез нижнеюрских отложений на Приколтогорской площади имеет сложное строение. Здесь установлены и закартированы два комплекса нефтеперспективных базальных отложений со сложными типами неантиклинальных ловушек.

При поиске НАЛ-локализации участков, перспективных для формирования залежей неантиклинального типа на Приколтогорском полигоне были обработаны по программам РЕАПАК сейсмические материалы маршрутных профилей.

Бурение скважин 2 и 1 вскрыло в соответствии с построенной ранее картой мощности сейсмического аналога шеркалинской пачки небольшие мощности целевого базального комплекса. Аналогичные породы вскрыты на Красноленинском своде Талинского месторождения, где эти породы являются промышленно продуктивными.

В нижней части разреза скв. 2 непосредственно на отложениях фундамента выделен маломощный (4 м) пласт песчаников с хорошими коллекторскими свойствами, над которым залегает мощная (55 м) пачка аномально низкоскоростных глин, в которой нижний слой (мощностью 5 м) представлен достаточно плотными породами, которые могут служить хорошей крышкой.

Эти два пласта образуют систему ловушка–крышка, благоприятную для формирования резервуара. Как уже было отмечено, в песчаном пласте после испытания получены непромышленные притоки нефти с высоким содержанием парафина.

В заключении на основании полученных материалов сеймики и наличия базальной нижнеюрской системы, состоящей из гранулярного коллектора и глинистой крышки, можно сказать следующее. Выявление НАЛ-врезов с перспективой нефтегазоносности возможно в глубокопогруженных участках склонов заливообразной формы положительных структур I порядка. В юго-восточной части в непосредственной близости от Приколтогорского вреза сейсмическими работами были выявлены подобные врезы на Малореченской, Хвойной и Верхне-Медвежьей площадях.

Литература

1. Гольберт А.В., Маркова Л.Г., Полякова И.Д. и др. Палеоландшафты Западной Сибири в юре, мелу и палеогене. – М.: Наука, 1968. – 152 с.
2. Конторович А.Э., Нестеров И.И. Геология нефти и газа Западной Сибири. – М.: Недра, 1975. – 680 с.
3. Методологические основы прогнозирования нефтегазоносности. / Сборник научных трудов. – М.: ИГиРГИ, 1986. – 166 с.
4. Сурков В.С., Жеро О.Г. Фундамент и развитие платформенного чехла Западно-Сибирской плиты. – М.: Недра, 1981.- 203 с.

ИЗУЧЕНИЕ ВТОРИЧНЫХ ПРОЦЕССОВ В КАРБОНАТНЫХ ПОРОДАХ-КОЛЛЕКТОРАХ СВЕРХВЯЗКИХ НЕФТЕЙ КАЗАНСКОГО ЯРУСА ПЕРМСКОЙ СИСТЕМЫ ПО ДАННЫМ ИЗУЧЕНИЯ ШЛИФОВ КЕРНОВОГО МАТЕРИАЛА (НА ПРИМЕРЕ СКВАЖИНЫ 7120 БУРЕЙКИНСКОЙ ПЛОЩАДИ)

Е.Т. Куклина, Р.Ф. Вафин

Научный руководитель ассистент Р.Ф. Вафин

Казанский (Приволжский) федеральный университет, г. Казань, Россия

В пермских отложениях Республики Татарстан (РТ) и прилегающих районов соседних областей, тектонически совпадающих с центральной частью Волго-Уральской антеклизы, широкое развитие имеют сверхвязкие нефти (СВН), издавна называемые природными битумами, проблема освоения и вовлечения в активную разработку которых становится все более актуальной в условиях возрастающего дефицита невосполняемых ресурсов углеводородов. В РТ выявлено более 450 скоплений СВН [7]. Все они связаны с продуктивными терригенными и карбонатными отложениями казанского, уфимского и нижнепермского комплексов, залегающими на глубинах до 300–400 м. Основными объектами по степени разведанности и количеству запасов являются залежи СВН в отложениях уфимского и казанского ярусов среднепермского возраста [1–3].

Целью работы является изучение коллекторов СВН на примере кернового материала структурной скважины 7120 Бурейкинской площади. В тектоническом отношении исследуемая площадь расположена на восточном борту Мелекесской впадины, в пределах которой нефтеносными являются отложения казанского

яруса пермской системы. Нефтепроявления в казанском ярусе имеют широкое распространение и отмечены почти во всех скважинах, пробуренных с отбором керна. СВН приурочены к разным стратиграфическим уровням яруса.

По литологическому составу коллекторов в разрезе яруса можно выделить три комплекса, в отложениях которых сосредоточены основные запасы СВН: нижний карбонатный, средний терригенный и верхний карбонатный [3, 6].

1. Нижний карбонатный – камышлинский горизонт. Органогенно-обломочные карбонатные породы развиты в виде прослоев в нижней, средней и верхней частях камышлинской толщи. Наиболее выдержан пласт органогенно-обломочных известняков в подошве горизонта. Он сплошь состоит из обломков раковин брахиопод и двухстворчатых моллюсков. Органогенно-обломочные разности имеют прерывистый характер распространения. На отдельных участках они переслаиваются с пелитоморфными и кристаллическими доломитами или полностью замещаются на кристаллические породы. Для них характерен поровый и каверновый тип коллектора с высокими емкостными свойствами: пористость 17–31%, нефтенасыщенность 4–10 % к весу породы.

2. Средний терригенный – барбашинские слои, серии «ядренный камень» и «слоистый камень». Включает комплекс пород, состоящий преимущественно из песчаников с тонкими прослоями глин, алевролитов и доломитов. На некоторых участках песчаники почти полностью слагают всю толщу, и толщина их достигает 28–36 м. Степень насыщения пород СВН изменяется от следов и точечных вкраплений до интенсивно насыщенных пластов. Нефтеносные песчаники прослеживаются в верхней и средней частях барбашинской толщи. Иногда в разрезе песчаников выделяются два или три продуктивных пласта, расположенных на разных уровнях. Коллекторские свойства песчаников изменчивы. Параметры интенсивно насыщенных пористых разностей следующие: пористость – 18–27%, нефтенасыщенность – 4–12% к весу породы. Пористость уплотненных слабо насыщенных песчаников – 5–14%, насыщенность – 0,5–3% к весу породы.

3. Верхний преимущественно карбонатный комплекс, включающий толщу от серии «серый камень» до подошвы татарского яруса. Основными коллекторами являются доломиты органогенной обломочной и зернистой структуры, слагающие нижнюю часть горизонта, в них же и прослежены высокие концентрации СВН. Выше по разрезе горизонта залегают доломиты глинистые, загипсованные, в которых отмечаются лишь селективные проявления СВН по трещинам и остаткам фауны, редко по порам (прослойки и пятна) [8]. Коллекторские свойства доломитов определяются вторичными порами и пустотами выщелачивания и степенью минерализации. Часто вязкая нефть заполняет пустоты и трещины вместе с кальцитом, реже гипсом и тонко рассеянной глиной. Пористость коллекторов изменяется от единиц до 25%, содержание СВН от 1 до 12% к весу породы.

На основе керна материала по скважине был проведен микроскопический анализ шлифов, результатом которого явились идентификация и описание вторичных процессов, затронувших в той или иной степени породы-коллекторы СВН казанского яруса пермской системы.

По данным литолого-петрографического анализа можно выделить следующие вторичные процессы:

1. Образование пирита. Основываясь на наблюдаемых фактах, формирование пирита следует связывать с содержанием в известняках углисто-терригенного материала, являющегося источником ионов железа и ионов серы, образующихся из иловых растворов за счет сульфат-редукции.

2. Выщелачивание. Процесс выщелачивания известняков обусловлен выносом части цементирующего материала с одновременной перекристаллизацией. Выщелачивание из всех вторичных процессов оказывает наиболее позитивное влияние на пористость и проницаемость карбонатных пород-коллекторов [5].

3. Кальцитизация. Выражается главным образом в заполнении вторичных пор, каверн и трещин аутигенным кальцитом [4]. В изученных шлифах наблюдается несколько видов кальцитизации, которая происходила в результате привноса-выноса минерального вещества. Масштабы переноса могут быть разные. Если выщелачивание является основным процессом, улучшающим ФЕС пород, то кальцитизация, напротив, частично или полностью залечивает поры и каналы [5].

4. Доломитизация. Процессы доломитизации хорошо идентифицируются при микроскопическом изучении шлифов. Доломитизация образует мономинеральные вторичные породы темно-коричневого до почти черного цвета. Рассматриваемый процесс доломитизации так же, как выщелачивание и кальцитизация, реализуется в элизионную стадию развития осадочных бассейнов, о чем свидетельствует наличие в зернах доломита включений углеводородов. Наибольшая интенсивность доломитизации известняков, так же как и выщелачивание пород, приурочена к участкам трещин, по которым наиболее интенсивно циркулировали пластовые воды.

5. Сульфатизация. На миграцию флюидов по зонам трещиноватости указывает прожилково-вкрапленная морфология выделений сульфатов. Вторичные, позднедиагенетические и особенно эпигенетические выделения сульфатов (ангидрита и гипса) возможны в любых карбонатных породах, в самых различных типах доломитов и известняков. Обычно эти сульфаты ясно- и крупнозернистые. Их выделение происходит из подземных вод, циркулирующих по карбонатным породам. Сульфаты (особенно гипс) выполняют различные пустоты выщелачивания и открытые микротрещины. Во всех случаях сульфатная минерализация приводит к запечатыванию пустот и, таким образом, снижает пористость карбонатной породы.

Изучение шлифов керна материала скважины 7120 позволило установить основные вторичные изменения, которые в различной степени затронули и по-разному повлияли на ФЕС карбонатных пород-коллекторов СВН отложений казанского яруса пермской системы в пределах рассматриваемой площади.

Полученные результаты позволят прогнозировать особенности изменения ФЕС пород-коллекторов по площади и разрезу в зависимости от степени их вторичных изменений.

Литература

1. Вафин Р.Ф., Имаев А.Н., Галимов А.Х. Гидрогеологическая характеристика пермских залежей аномальновязких нефтей Южно-Татарского свода в связи с их разработкой // Георесурсы, 2009. – №3. – С. 41-44.
2. Вафин Р.Ф., Николаев А.Г., Валева Р.Д. Породы-коллекторы сверхвязких нефтей уфимского комплекса Больше-Каменского месторождения и их свойства // Ученые записки Казанского Университета. – Казань: Казан. Гос. Ун-т, 2010. – Т. 151. – Кн. 1. – С. 215-226.
3. Геология и освоение залежей природных битумов Республики Татарстан / под ред. проф., д.г.-м.н. Р.С. Хисамова. – Казань: Изд-во «ФЭН» Академии наук РТ, 2007. – 295 с.
4. Гмид Л.П. Литологические аспекты изучения карбонатных пород-коллекторов // Нефтегазовая геология. Теория и практика. – М., 2006. – № 1. – С. 1-23.
5. Козина Е.А., Морозов В.П., Королев Э.А., Пикалев С.Н. Основные типы карбонатных коллекторов нефти турнейского яруса Республики Татарстан // Нефтегазовое дело. – М., 2005. – Т.3. – С. 9-16.
6. Минерально-сырьевая база Республики Татарстан / под ред. проф., д.г.-м.н. Р.С. Хисамова. – Казань: Изд-во «ФЭН» Академии наук РТ, 2006. – 320 с.
7. Муслимов Р.Х., Смелков В.М., Успенский Б.В. Состояние ресурсной базы природных битумов Татарстана и перспективы ее освоения // Высоковязкие нефти, природные битумы и остаточные нефти разрабатываемых месторождений. / Труды научно-практической конференции. – Казань: Изд-во КГУ, 1999. – С. – 4-12.
8. Муслимов Р.Х. Возрастающая роль нетрадиционных залежей нефти в стратегии развития нефтегазового комплекса Республики Татарстан до 2020 г. // Нетрадиционные коллекторы нефти, газа и природных битумов. Проблемы их освоения: материалы международной научной конференции. – Казань: Изд-во КГУ, 2005. – С. 3-9.

ЮРКСКИЕ ОСАДОЧНЫЕ ЦИКЛЫ ЮГО-ВОСТОКА ЗАПАДНО-СИБИРСКОЙ ПЛИТЫ

О.С. Куприянова, А.Д. Галимзянова

Научный руководитель доцент О.С. Чернова

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Отложения юрской системы, развитые в пределах краевой юго-восточной части Западно-Сибирской плиты, обладают четко выраженным циклическим строением. Главными корреляционными синхронными признаками, устанавливаемыми при литолого-палеонтологическом изучении разрезов, являются: спорово-пыльцевые комплексы, крупномерные остатки растительности, фаунистические остатки, петрографический состав пород, септариевые горизонты, карбонатные и сульфидные конкреции, пласты углей, позволяющие выделить подразделения разного ранга, сформированные в геотектонической обстановке определенного типа и отвечающие определенной ландшафтно-климатической зоне.

По набору слагающих литоциклы разнофациальных слоев определенной мощности и по характеру их строения в отложениях юры отчетливо выделяется четырехпорядковая цикличность, отражающая периодичность процессов осадконакопления. При исследовании выделены элементарные литоциклы, соответствующие объему пласта (толщи), мезоциклы (свита, подсвита), макроциклы (подсвиты, горизонты) и три мегацикла (ранг отдела), появление которых обусловлено пульсационным геотектоническим режимом различных частей бассейна седиментации.

Для выявления цикличности строения юрской осадочной толщи, применен фациально-циклический метод изучения осадочных толщ, разработанный большой группой исследователей (1959–60) во главе с Ю.А. Жемчужниковым и детально разобранный в работах Л.Н. Ботвинкиной и В.П. Алексеева (1991) и др. [1, 2, 3, 7].

Под цикличностью понимается повторяемость в геологических разрезах сходных фациальных комплексов разнообразного генезиса, отражающих эволюционную направленность процесса седиментации. Под седиментационными циклами (*литоциклами*) понимаются «*литофациальные комплексы генетически связанные между собой и закономерно сменяющие друг друга в пространстве*». За начало литоцикла в данных исследованиях принята его регрессивная часть. Угольный пласт, как правило, занимает центральную или близкую к ней часть литоцикла [1, 3, 4].

За наименьшую единицу низшего ранга при проводимых фациально-циклических построениях принят элементарный маломощный цикл, представляющий собой определенный набор фаций. Типизация литоциклов проведена по парагенезу фаций, в соответствии с физико-географическими условиями их формирования в определенных обстановках седиментации.

Мезоциклы представлены парагенетическими фациальными ассоциациями, мощностью 15 - 30 м, которые по полноте набора слоев делятся на полные, неполные и срезанные [1, 3]. Полные мезоциклы встречаются в отложениях верхней юры морского генезиса. Они имеют все четко выраженные основные части: регрессивную (*пласты Ю₁⁴ и Ю₁³*), с появлением нейтральной части (*межугольная толща и пласт Ю₁²*), завершающей регрессивный этап развития территории, и трансгрессивную (*пласты Ю₁² и Ю₁⁰, георгиевская и баженовская свиты*) части. Неполные мезоциклы свойственны для древних аллювиальных толщ и типичны для большинства плинсбахских и ааленских осадочных последовательностей. Срезанные мезоциклы,

характеризующиеся более грубозернистым составом осадков в верхних частях, присущи средне- и верхнеюрским отложениям дельтового генезиса, широко распространенным в пределах юго-востока части Томской области.

На основании литологических (*парагенетические*) и генетических (*геотектоника + условия осадконакопления*) критериев весь комплекс полифациальных юрских угленосных отложений рассматривается в качестве пяти крупных тектоно-седиментационных макроциклов: геттанг-раннетоарского (*урманская и тогурская свиты*), аален-нижнебайосского (*салатская свита и нижнетюменская подсвита*), байос-батского (*среднетюменская подсвита*), байос-батского (*верхнетюменская подсвита*), келловей-берриасского (*васюганская, георгиевская и баженовская свиты*).

Выделенные макроциклы входят в состав трех крупных тектоно-седиментационных мегациклов: нижнесреднеюрского, среднеюрского и верхнеюрского-нижнемелового (*келловей-берриасского*), составляющих в свою очередь, крупнейший надпорядковый юрско-среднеальбский литологический цикл.

В основании раннеюрского мегацикла залегают элювиальные бокситоподобные толщи, встречающиеся только в трансгрессивных комплексах, что позволяет отнести данный цикл к трансгрессивному типу [6].

Раннеюрский макроцикл охватывает базальные горизонты юры (*урманская и тогурская свиты*), установленные в небольшом количестве скважин, пробуренных в наиболее погруженных участках крупнейших депрессионных зон. В фациальном плане породы ниже-среднеурманской подсвиты характеризуют элювиальный и делювиально-пролювиальный ряд фаций, которые вверх по разрезу сменяются пролювиально-аллювиальными толщами верхнеурманской подсвиты (пласт Ю₁₆). Завершают нижний макроцикл озерно-бассейновые ингрессионные толщи тогурской свиты, имеющей раннетоарский возраст. Для ранней юры не характерно формирование крупных пластов углей. Первый среднеюрский макроцикл охватывает аален-нижнебайосские пласты, повсеместно представленные преимущественно аллювиальными литоциклами салатской свиты (пласты Ю₁₅₋₁₄₋₁₃) с подчиненным положением озерно-болотных фаций нижней подсвиты тюменской свиты. Закономерности чередования фаций в разрезе связаны с характером прогибания Нюрольской, Усть-Тымской, Бакчарской, Пайдугинской депрессионных котловин и Колтогорского мегапрогиба.

Процесс обширного угленакопления начался со среднеааленского времени – времени проявления наиболее четкой цикличности в разрезах.

Для начальных стадий среднеюрской эпохи седиментации (верхнетоарский – ааленский века) характерно преобладание грубозернистых аллювиальных и аллювиально-пролювиальных комплексов, в пределах которых речные системы ветвящихся бурных водотоков не формировали условий, благоприятных для накопления угольных пластов.

Вслед за эпохой активизации тектонических движений в лейасе и раннем доггере последовала длительная эпоха нисходящих колебательных движений, обусловившая накопление песчано-глинистого комплекса отложений с чередующимися горизонтами торфонакопления. Дальнейшее усиление процессов прогибания отдельных областей аккумуляции привело к постепенной смене ландшафтов от речной сети ветвящегося типа до меандрирующих систем, в ассоциации с озерно-болотными комплексами.

В байос-бате доминировали озерные и озерно-болотные фации при подчиненном положении аллювиальных комплексов. Многочисленные угольные пласты имеют автохтонное происхождение. Интенсивное подтопление и заболачивание территории началось с середины байоса. Узлами угленакопления служили наиболее прогнутые синклиналильные зоны рельефа. Центр максимального заболачивания и последующего угленакопления был локализован в центральной части Нюрольской впадины и ознаменовался накоплением мощного угольного пласта У₁₀. Торфонакопление и последующее углеобразование обусловили появление преимущественно озерно-болотных фациальных комплексов (угольные пласты У₁₄₋₁₀) вымского горизонта.

Периоды торфонакопления завершились формированием в пределах среднеюрского мегакомплекса 14 пластов углей. Наибольший максимум интенсивного углеобразования приходится на вторую половину ааленского века – начало байоса – время формирования отложений среднетюменской подсвиты [5].

Позднеюрский (*келловей-берриасский*) мегацикл представлен тремя макроциклами (*васюганским, георгиевским и баженовским*). Мегацикл представлен субконтинентальными озерно-дельтовыми, лагунно-озерными, прибрежными, мелководно-морскими, морскими относительно глубоководными отложениями верхов тюменской (*пласт Ю₂⁰*), васюганской (*горизонт Ю-1*), георгиевской и баженовской свит.

Келловейский век ознаменовался обширной морской трансгрессией, охватившей практически всю территорию Западной Сибири. Перед фронтом наступающего бассейна происходило общее заболачивание территории провинции [5].

Подугольная часть разреза горизонта Ю-1 (*пласты Ю₁⁴ и Ю₁³*) образована регрессивными фациальными комплексами [2]. Нейтральную часть циклов формируют в южной части территории угольные пласты межугольной толщи и лагунные отложения с прослоями углистых аргиллитов и известняков, сформированных при стабилизации береговой линии бассейна на юго-западе территории. Надугольная часть (*пласт Ю₁¹*) представлена мористыми отложениями, слагающими мелководные аккумулятивные постройки барового генезиса, отражающими трансгрессивный этап развития. Завершается юрский период седиментации накоплением толщи битуминозных относительно глубоководных аргиллитов баженовской свиты.

Проведенный фациально-циклический анализ юрских угленосных отложений позволил выявить литогенетические типы отложений, образующиеся в широком спектре обстановок седиментации. Различные фациальные условия предопределили формирование литологических циклов, закономерно изменяющихся в пространстве аккумуляции. Направленность изменения фаций послужила главным критерием выделения циклов разных порядков.

В полных разрезах юры установлены комплексы взаимосвязанных и закономерно изменяющихся фаций, объединенных в следующие макроциклы:

- литоциклы нижнего юрского комплекса: элювиальные, коллювиально-делювиальные, делювиально-пролювиальные, пролювиальные, пролювиально-аллювиальные, начальные аллювиально-озерно-болотные.

- литоциклы среднего юрского комплекса: аллювиальные, аллювиально-озерно-болотные, озерно-болотные, болотные, озерно-лагунные, озерно-дельтовые, аллювиально-дельтовые;

- литоциклы верхнего юрского комплекса: лагунно-морские, лагунные, угленосные, прибрежно-морские: лагунные, подвижного мелководья, относительно-глубоководные бассейновые.

Выявленная 4-х порядковая цикличность позволила увязать разрезы в пределах различных фациальных и геотектонических зон на территории юго-востока Западной Сибири.

Литература

1. Алексеев В.П. Литолого-фациальный анализ. – Екатеринбург: УГГА, 2002. – 147 с.
2. Белозеров В.Б., Брылина Н.А., Даненберг Е.Е., Ковалева А.П. Литостратиграфия континентальных отложений нижней и средней юры юго-восточной части Западно-Сибирской плиты // Региональная стратиграфия нефтегазоносных провинций Сибири. – Новосибирск: СНИИГГИМС, 1985. – С. 111-119.
3. Ботвинкина Л.Н. О принципах выделения и типизации циклов осадконакопления в угленосных толщах. – М.: Изв. АН СССР, сер. геол., 1952. – №1 – С. 63-73.
4. Ботвинкина Л.Н., Алексеев В.П. Цикличность осадочных толщ и методика ее изучения. – Свердловск: Изд-во Урал. Ун-та, 1991. – 336 с.
5. Решения VI Межведомственного стратиграфического совещания по рассмотрению и принятию уточненных стратиграфических схем мезозойских отложений Западной Сибири, Новосибирск, 2003 г. – Новосибирск, 2004. – 114 с.
6. Страхов Н.М. Типы осадочного процесса и формации осадочных пород. – М.: Изв. АН СССР, сер. геол., 1956. – № 5–8.
7. Строение и условия накопления основных угленосных свит и угольных пластов среднего карбона Донецкого бассейна / Ю.А. Жемчужников, В.С. Яблоков, Л.И. Боголюбова, Л.Н. Ботвинкина, А.П. Феофилова, М.И. Ритенберг, П.П. Тимофеев, З.В. Тимофеева. / Труды ГИН АН СССР. – М.: Изд-во АН СССР. – Вып. 15 – Ч 1. – 1960. – 331 с. – Ч. 2. – 1969. – 346 с.

ПОСТРОЕНИЕ ЛИТОЛОГО-ФАЦИАЛЬНОЙ МОДЕЛИ ПЛАСТА Ю₁³⁺⁴ МЕСТОРОЖДЕНИЯ Ч. (ТОМСКАЯ ОБЛАСТЬ)

Е.П. Ларина

Научный руководитель научный сотрудник О.В. Губарева
ОАО «ТомскНИПИнефть», г. Томск, Россия

По результатам изучения керн, литолого-седиментационных колонок, особенностей конфигурации кривых ПС и карт сейсмофациальных атрибутов были определены фациальные условия формирования верхнеюрских коллекторов на месторождении Ч. По результатам исследования были построены фациальные карты, отражающие распределение фаций по площади, и определены обстановки осадконакопления.

Изучение особенностей геологического строения месторождения и условий его формирования необходимо для достоверного подсчета запасов и проектирования разработки. Построение литолого-фациальной модели основывается, прежде всего, на детальном анализе кернового материала, с помощью которого устанавливаются основные закономерности распределения литологических типов, фаций по разрезу. Последующее использование для этого анализа материалов геофизических исследований всех скважин позволяет выявить пространственные закономерности распространения литотипов, фаций, оконтурить геологические тела, сделать выводы о палеофациальных условиях седиментации.

Построение литолого-седиментационной модели рассмотрено на примере пласта Ю₁³⁺⁴ нефтяного месторождения Ч., расположенного в Томской области. Месторождение является многопластовым, залежи нефти приурочены к 11 пластам группы А, 19 – пластам группы Б и 2 – пластам горизонта Ю₁ (Ю₁², Ю₁³⁺⁴). Продуктивные пласты месторождения имеют сложное геологическое строение, обусловленное частым замещением пород-коллекторов глинистыми разностями и изрезанностью структуры.

Впервые схема строения нижнемеловых и верхнеюрских пластов была разработана Даненбергом Е.Е., Белозеровым В.Б. и Брылиной Н.А. [1]. Результатом выполненного ими анализа стало создание моделей строения залежей нефти и перспективных ловушек нижнемеловых пластов, а также прогнозирование зон развития потенциальных коллекторов посредством литолого-фациальных реконструкций нефтепонисковых объектов в разных палеогеоморфологических обстановках формирования коллекторов. Были выделены комплексы фаций нижнемеловых пластов, а также рассмотрены литолого-фациальные предпосылки формирования пласта Ю₁¹. Авторы сделали вывод, что в позднеюрское время сформировались перспективные ловушки с нефтескоплениями и что основные запасы углеводородов в пределах структуры остались недоразведанными.

В настоящей работе был проведен литолого-фациальный анализ, уточняющий строение верхнеюрских пластов, учитывающий бурение новых скважин и новые данные по керну.

Построение литолого-фациальной модели включало в себя следующую последовательность работ:

1. КERN по месторождению (всего 11 скважин), хранящийся в региональном корпоративном кернохранилище компании, был проанализирован отделом седиментологии с составлением седиментологических колонок масштаба 1:100 по каждой скважине, выделением литофаций по разрезам скважин и одновременной интерпретацией условий их накопления. Основной объем керна характеризует нижнемеловые отложения, и лишь небольшая его часть (4 скважины) дает представление о верхнеюрских отложениях (о васюганской свите).

2. Предварительно определены обстановки осадконакопления по рассмотренным скважинам с керном. Проведена корреляция всех скважин с керном.

3. Выполнена корреляция меловых и юрских отложений по 54 скважинам с использованием традиционных методов корреляции и концептуальных представлений об осадконакоплении пластов, выявленных на ранних этапах при работе с керном, что позволило уточнить границы пластов.

4. Построены карты общих толщин и карты α -ПС, с помощью которых были выявлены основные направления седиментации, а также регионы со сходной аномалией ПС.

5. Построены литолого-фациальные карты для всех пластов. Поскольку наблюдается нехватка кернового материала, то для выделения песчаных тел, установления их фациальной принадлежности и пространственного положения была применена методика В.С. Муромцева [2].

6. Отделом сейсморазведочных работ по результатам интерпретации 3Д куба выполнен сейсмифациальный анализ с целью выделения характерных ассоциаций отражений. В результате были получены зоны-сейсмифации, отличающиеся по форме записи сейсмических волн (рис. 1). Литолого-фациальная карта пласта Ю₁³⁺⁴ была сопоставлена с картой сейсмифаций по горизонту Ю₁. В итоге границы фаций на литолого-фациальной карте были уточнены (рис. 2).

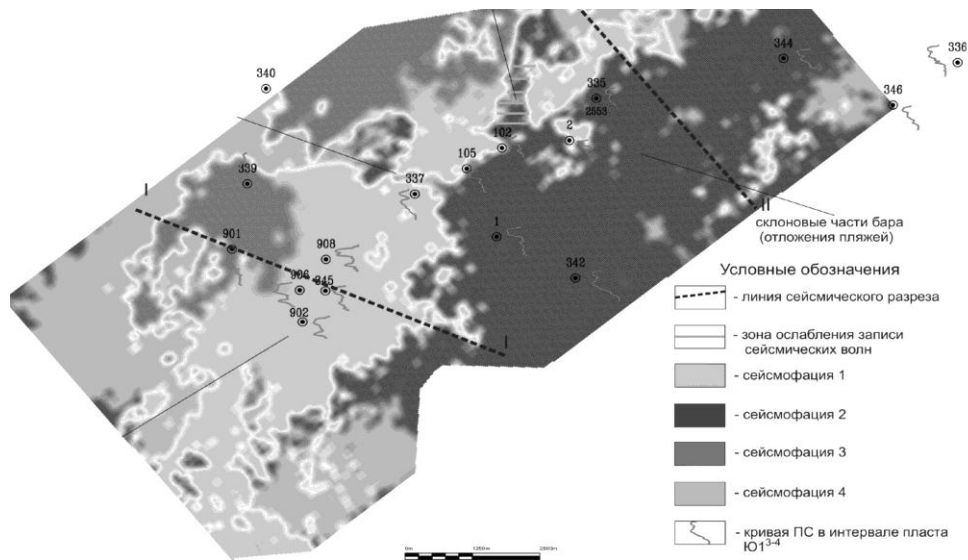


Рис. 1. Карта сейсмифаций горизонта Ю₁



Рис. 2. Литолого-фациальная карта пласта Ю₁³⁺⁴

Фациальные особенности пласта Ю₁³⁺⁴.

Отложения горизонта Ю₁ (пласты Ю₁³⁺⁴ и Ю₁²) сформировались в мелководно-морской обстановке осадконакопления. Керном охарактеризованы скважины 1Р, 2Р, 105, 345Р. По керну выделены фации верхнего пляжа, нижнего пляжа, предфронтальной зоны пляжа и вдольбереговых трансгрессивных баров, которые постепенно сменяют друг друга с востока на запад и ориентированы параллельно палеоморю, существовавшему в данное время. В разрезе скважин снизу вверх наблюдается следующая последовательность: предфронтальная зона, нижний пляж, затем верхний пляж и дюны; в предфронтальной зоне есть следы устьевых баров.

Фация вдольбереговых баров выделяется в северо-западной части месторождения и в настоящее время приурочена к поднятию изометричной формы в районе скважин 339Р и 901 западного купола. Фация предфронтальной зоны пляжа и нижнего пляжа выделяется в скважинах 102В, 105, 337Р (область между центральным и западным куполами), и приурочена к поднятию западного купола (скважины 902, 906, 908, 345Р). Выделенная зона является зоной улучшенных коллекторских свойств. Фация нижнего пляжа выделена в пределах центрального купола. Она наиболее распространена и типична для большей площади горизонта Ю₁. Это зона ухудшенных коллекторских свойств. По результатам сейсмофациального анализа для горизонта Ю₁ выделено 3 сеймофации, области распространения которых совпадают с областями, выделенными по керну и ГИС на литолого-фациальных картах (рис. 1, 2). При сопоставлении литолого-фациальной карты горизонта и карты сеймофаций были уточнены положения границ фаций.

Заключение.

В результате всестороннего исследования керна по скважинам, детального анализа данных ГИС и результатов ранее проведенных работ была построена литолого-фациальная модель формирования продуктивных пластов в виде набора карт для пластов Ю₁² и Ю₁³⁺⁴ месторождения Ч. Карты распространения фаций по пластам в настоящее время применяются в качестве трендов при создании трехмерной фациальной и геологической модели месторождения и при построении куба литологии.

Литература

1. Даненберг Е.Е., Белозеров В.Б., Брылина Н.А. Геологическое строение и нефтегазоносность верхнеюрско-нижнемеловых отложений юго-востока Западно-Сибирской плиты (Томская область). – Томск: Изд-во ТПУ, 2006. – 291 с.
2. Муромцев В.С. Электрометрическая геология песчаных тел – литологических ловушек нефти и газа. – Л.: Недра, 1984. – 260 с.
3. Обстановки осадконакопления и фации / Пер. с англ. под ред. Х. Ридинга. – М.: Мир, 1990. – Т.1. – 352 с.

**СВЯЗЬ ХАРАКТЕРА НЕФТЕНАСЫЩЕНИЯ И КОЛЛЕКТОРСКИХ СВОЙСТВ
В ОТЛОЖЕНИЯХ ПРЕОБРАЖЕННОГО ГОРИЗОНТА****М.Н. Лемешко**

Научный руководитель научный сотрудник Е.А. Жуковская
ОАО «ТомскНИПИнефть», г. Томск, Россия

Сложность геологического строения, ограниченность керновым материалом и достаточно высокие перспективы делают актуальным изучение состава и строения преобразенского горизонта (верхний венд) Восточной Сибири.

Преобразенский горизонт (подошвенная часть катангской свиты) залегает на породах ербогаченского горизонта и перекрывается карбонатными венд-кембрийскими отложениями усть-кутского горизонта. Рассматриваемый район исследований относится к Тэтэрско-Могдинской фациальной зоне (по Шемину Г.Г.) и совпадает с западной частью Непско-Ботуобинской антеклизы. Как установлено литофациальными исследованиями, отложения горизонта образовались в прибрежно-морских условиях верхней литорали [1].

Литологически преобразенский горизонт представлен скрыто- и мелкокристаллическими биохомогенными доломитами с примесью глинистого материала, ангидрита, гипса и прослоями микрофитолитов. Микротекстура доломитов от однородной, тонкослоистой до сгустково-комковатой и пизолито-оолитовой. Форменные элементы водорослевой природы сложены тонкозернистым и микритовым доломитом. Повсеместно развиты малоамплитудные стилолитовые зубчатые и зубчато-бугорчатые швы, выполненные органоминеральной массой. В породах наблюдается рассеянные кристаллы пирита и органическое вещество в виде прожилков и мелких включений. Отмечаются редкие прослои глинисто-карбонатной породы.

Открытая пористость по гелию у доломитов (по данным исследований Лаборатории физики пласта) значительно варьирует как по разрезу, так и по площади 0,1–13,5%, проницаемость – 0,02–43,27 мД, в среднем 6,5% и 3,4 мД соответственно. По шлифам в доломитах установлены крайне неравномерно распределенные изолированные, реже полуизолированные микрокаверны (в зонах перекристаллизации матрикса и разуплотнения), размером до 0,2 мм. Количество их редко превышает 1%, в разуплотненных участках их доля составляет до 5 %. В нижней части горизонта в микритовом доломите отмечаются тонкие волосовидные незаконномерно ориентированные ветвящиеся трещинки, протяженностью до 10 см.

Нефтенасыщение доломитов преобразенского горизонта, определенное люминесцентно-микроскопическим методом, принято высоким, т.к. общее содержание достигает 0,08 % и выше. Среди них преобладают битумоиды маслянисто-смолистого состава эпигенетического типа. Они не связаны с вмещающей

породой и мигрировали в нее по трещинам и порам из других толщ, об этом свидетельствует пятнистое и трещинное распределение битумоидов в образцах. Форменные компоненты пород (комки и стустки), состоящие из карбонатов, которые фиксируют в себе битумоиды, часто обуславливают неравномерность свечения битумоидов в породе. Участками наблюдается слабое темно-бурое свечение, следовательно, очень низкое содержание битумоидов, которые тяготеют к трещинам и стилолитовым швам.

Глинисто-карбонатные прослои и участки со слоистым доломитом и микрофилитами содержат пониженные, реже средние содержания битумоидов, более утяжеленного смолистого состава и относительно других пород высокие содержания органического вещества сапропелевого типа. По всем признакам их можно отнести к сингенетично-битуминозным.

Анализ результатов литолого-петрографических и петрофизических исследований не установил связи коллекторских свойств от вещественного состава и зернистости пород. Однако в ходе исследования доломитов установлено, что проницаемость от 1,4 мД и больше при пористости по гелию свыше 5% связана с процессами перекристаллизации матрикса. Минеральный состав породы при перекристаллизации не изменяется, зерна доломита становятся более прозрачными, очищаясь от примесей.

На рисунке приведен график зависимости общего содержания битумоидов в доломите от пористости. Отмечается закономерное увеличение нефтенасыщения пород с ростом их пористости.

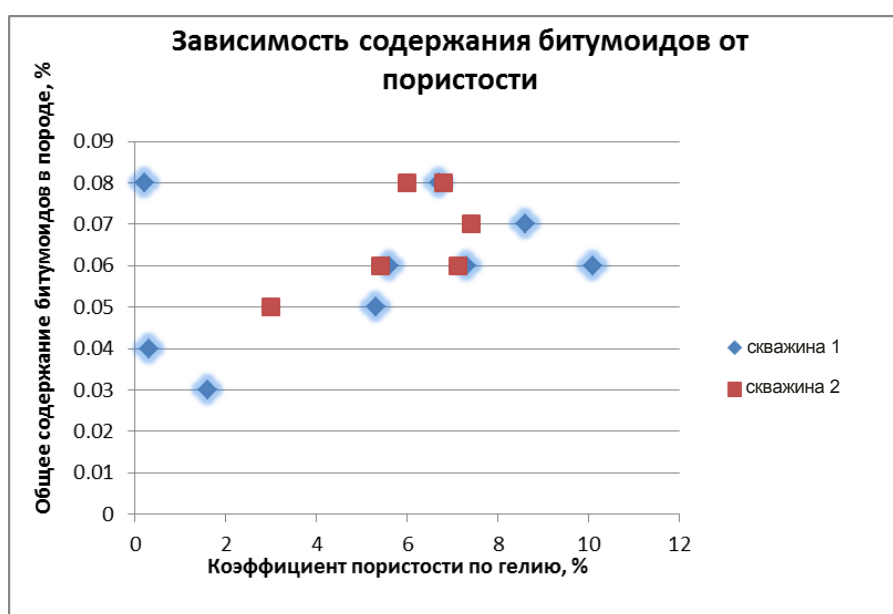


Рис. Зависимость содержания битумоидов от пористости

Поскольку эффективная пористость доломитов связана с процессами перекристаллизации пород в ходе литогенеза, можно предположить, что заполнение нефтью ловушек происходило после перекристаллизации матрикса доломитов. Тем не менее, стадийные процессы литогенеза требуют дальнейшего детального изучения с целью определения времени и, возможно, процессов заполнения ловушек нефтью.

Таким образом, в результате исследования ядра было установлено, что породы преобразованного горизонта Тэтэрско-Могдинской фациальной зоны соответствуют поровому типу коллектора (участками трещинно-поровому) и могут быть отнесены к группе В по классификации карбонатных коллекторов И.А. Конюхова (1964) – классы VI и VII малой емкости с эффективной пористостью менее 5%. В нижней части горизонта тип коллектора может быть определен как трещинно-поровый.

Литературы

1. Жуковская Е.А., Рощина Я.Н. и др. Состав и строение отложений преобразованного нефтегазоносного горизонта Севостьяновского нефтяного месторождения (Восточная Сибирь) // Нефтяное хозяйство. – Москва, 2011. – № 3. – С. 18-21.

АНАЛИЗ ФАЦИАЛЬНОГО СТРОЕНИЯ ТУРНЕ-ФАМЕНСКИХ РИФОГЕННЫХ ПОСТРОЕК СОЛИКАМСКОЙ ДЕПРЕССИИ С ЦЕЛЬЮ ОПТИМИЗАЦИИ ГЕОЛОГОРАЗВЕДОЧНЫХ РАБОТ НА НЕФТЬ

Д.В. Лузина

Научный руководитель доцент С.Н. Кривощев

Пермский национальный исследовательский политехнический университет, г. Пермь, Россия

Соликамская депрессия (СД) Предуральяского краевого прогиба на сегодняшний день является наиболее перспективным объектом для геологоразведочных работ по величине прогнозных ресурсов в Пермском крае. Помимо разрабатываемых Уньвинского, Сибирского, Озерного, Маговского и др. месторождений есть выявленные и подготовленные к глубокому бурению структуры. В связи с этим, возникает необходимость проведения анализа геологического строения турнейско-фаменских рифогенных построек, являющихся основой всех обнаруженных залежей УВ. Выделенные закономерности распределения характеристик карбонатных коллекторов согласно фаціальным особенностям должны в дальнейшем позволить создать более качественную стратегию поисковых и разведочных работ на перспективных объектах.

Геологическое строение месторождений СД контролируется строением верхнедевонско-турнейского карбонатного нефтегазоносного комплекса. Данный комплекс пород образован в условиях резко дифференцированного осадконакопления в период формирования Камско-Кинельской системой прогибов. В позднедевонскую эпоху осевая часть современной СД представляла собой крупный архипелаг, образованный рифовыми массивами островного типа или их группами. Рост рифов происходил с северо-запада на юго-восток, при регрессивной направленности седиментации в условиях погружающегося дна бассейна. Выше залегающий ниже-средневизейский терригенный нефтегазоносный комплекс формируется как структура облекания рифов.

По строению и нефтегазоносности месторождения СД однотипны. Турне-фаменские биогермы имеют куполовидную, иногда вытянутую форму (группа рифов) с максимальными гипсометрическими отметками в западной части. Высокая расчлененность, неоднородность, участки доломитизации, перекристаллизации делают его сложным объектом для изучения. Карбонатные породы можно отнести к коллекторам сложного типа, имеющим крайне разнообразное строение пустотного пространства. В гребневой части наряду с процессами доломитизации широко развиты трещиноватость и кавернозность. Обломочный известняк, встречающийся ближе к центральной части, обладает пористостью, схожей с гранулярными коллекторами. Значения коэффициента пористости изменяются в широких пределах от 4% до 15% и более. Нефтегазоносный турне-фаменский карбонатный комплекс является вторым по запасам УВ сырья в Пермском крае.

По Озерному, Гагаринскому, Маговскому месторождениям, расположенным в северной части Соликамской депрессии, произведен литолого-фаціальный анализ на основе изучения керна в комплексе с данными ГИС. По результатам анализа выделены фаціальные зоны: биогермного ядра рифа, верхнего тылового шлейфа, нижнего тылового шлейфа, передового склона (рисунок) [2].

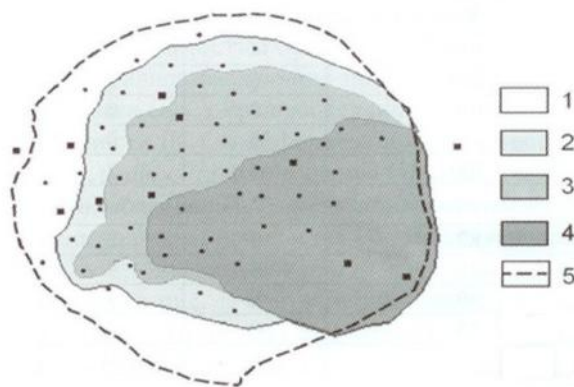


Рис. Распределение фаций на Озерном месторождении:

1 – зона передового склона; 2 – зона биогермного ядра; 3 – зона верхнего тылового шлейфа; 4 – зона нижнего тылового шлейфа; 5 – контур нефтеносности

Зона биогермного ядра (БЯ) представляет собой подковообразный гребень, выпуклой частью направленный на запад (в южной части Соликамской депрессии), северо-запад (в северной части). В этом направлении, предположительно, была наибольшая волновая активность, определяющая расположение водорослевых биогермов. По составу в основном известняк водорослевый, слабопроницаемый [1]. Массивное неслоистое строение, зачастую развитие процессов доломитизации и перекристаллизации.

Зона верхнего тылового шлейфа (ВШ) выделяется непосредственно за биогермным ядром. Осадки шлейфа значительной частью представлены равномерным переслаиванием карбонатного обломочного материала

песчаной и алевроитовой размерности, которые поставлялись со сводовых частей органогенной постройки. Породы с наибольшими фильтрационно-емкостными свойствами (ФЕС), приурочены к регрессивным пачкам разреза.

Зона нижнего тылового шлейфа (НШ) располагается гипсометрически ниже. В данную зону так же продолжался снос обломочного материала, но уже меньшей фракции. Разрез преимущественно состоит из тонкообломочных и тонкозернистых карбонатных пород с низкой пористостью и проницаемостью.

Зона передового склона (ПС) охватывает по внешнему краю зону биогермного ядра. Разрез стратиграфически более полный, преимущественно микрозернистый известняк с прослоями плотных обломочных известняков с пелитоморфным заполнением.

На основе проведенного фациального анализа северных месторождений СД можно прогнозировать фациальную зональность на месторождениях южной части СД (Шершневному, Сибирскому, Юрчукскому, Чашкинскому, Уньвинскому). Рифы месторождений имеют аналогичное строение и соответственно такие же фациальные зоны, хотя из-за отсутствия точных данных уверенно определить границу раздела зон верхнего и нижнего тылового шлейфа нельзя, поэтому они выделены исходя из морфологического строения и анализа распределения фильтрационно-емкостных свойств по площади залежи.

Проведен анализ распределения эффективной нефтенасыщенной толщины и коэффициента пористости по прогнозным фациальным зонам. В результате установлено, что высокие значения эффективной нефтенасыщенной толщины ($h_{эф.н}$) принадлежат зоне БЯ, что связано с большой мощностью данных отложений, но вместе с тем в связи с большой неоднородностью и широко развитыми процессами доломитизации и перекристаллизации здесь встречены участки с низкими значениями $h_{эф.н}$. Так, к примеру, на Юрчукском месторождении гребень рифовой постройки расчленен на участки с высокими значениями эффективной нефтенасыщенной толщины (12-8 м), чередующиеся с участками низких значений (3-5 м).

На Сибирском месторождении центральная часть БЯ имеет большие эффективные нефтенасыщенные толщины (8,1-6,5 м), тогда как в северном и южном направлении она резко сокращается до 0,7-2,4 м. На Уньвинском месторождении $h_{эф.н}$ составляет 18,8-12,4 м в центральной и северной частях биогермной постройки, уменьшаясь в южном направлении до 1 м. В общем по месторождениям максимальные значения $h_{эф.н}$ соответствуют наиболее приподнятой части гребня. В загребневой зоне выделяются террасы и структурные носы, образованные в областях активного сноса обломочного материала. К ним приурочены средние, реже высокие значения параметра $h_{эф.н}$, в остальной области значения значительно меньше.

На Юрчукском месторождении в фациальной зоне ВШ на участках сноса $h_{эф.н}$ изменяются с 9,6 до 5 м, в восточном направлении наблюдается снижение. На Чашкинском месторождении в данной области эффективная толщина достигает 7,7 м при максимальной в биогермном ядре 10,5 м. В направлении от верхнего тылового шлейфа к нижнему отмечено закономерное уменьшение эффективной толщины, т.к. осаждение крупнозернистых осадков происходит в зоне ВШ, а в фациальную зону нижнего шлейфа перемещался тонкозернистый обломочный материал с микрозернистым цементом. Фация передового склона изучена слабо. Разбуренность ее минимальна, поскольку в контур нефтеносности попадает незначительная его часть. На участках, где он вскрыт скважинами, значения $h_{эф.н}$ средние или низкие: на Шершневром месторождении 8,8-1,4 м, Юрчукском 5,0-1,1 м, Уньвинском 8,6-3,9 м.

По анализу распределения коэффициента пористости (K_p) выявлена несколько другая ситуация. В фациальной зоне биогермного ядра наблюдаются, как правило, средние, реже высокие значения. Вероятно, большую роль в данном случае играет вторичная пустотность. В зоне ВШ отмечено улучшение коллекторских свойств в направлении к центральной части, что связано с карбонатными крупнообломочными породами. Часто наблюдается линейно-вытянутый характер таких зон. К зоне НШ значения коэффициента пористости снижаются. Фация передового склона имеет средние значения K_p . К примеру, на Шершневром месторождении максимальные значения $K_p=12,6\%$ отмечены в центральной части рифа, зона БЯ имеет, в среднем, $K_p=9\%$, в северной и южных частях – зоны с худшими коллекторами. На Юрчукском месторождении наибольшее значение K_p у рифового шлейфа (среднее значение 13,3% при диапазоне изменений 11-16,3%), для БЯ – 11,5%, ПС – 10,4%. На Сибирском месторождении получено следующее распределение средних значений K_p : БЯ – 9,8%, рифовый шельф – 11,6%. На всех месторождениях коллекторы с высоким K_p относятся к фациальной зоне ВШ.

В непосредственной близости к рассматриваемым месторождениям выявлена и подготовлена Зырянская структура. Для более эффективной реализации поисково-разведочных работ на турнейско-фаменский объект можно воспользоваться выявленными закономерностями распределения фильтрационно-емкостных свойств в зависимости от фациальной приуроченности. Структура подготовлена к глубокому бурению сейсморазведкой МОГТ 2D. Площадь структуры составляет 32,5 тыс. км². По структурной карте отражающего горизонта П^{II}, приуроченного к кровле турнейских отложений, наблюдается морфологическое строение, типичное для Соликамской депрессии. В западной части хорошо прослеживается серповидный гребень, являющийся ядром рифа. Общее погружение абсолютных отметок в восточном направлении, куполовидная форма. Это позволяет предполагать распределение описанных выше коллекторских свойств и неоднородности согласно фациальных зон аналогично близкорасположенным разрабатываемым месторождениям. А так же определить направление поисково-оценочных и разведочных работ для наиболее полного и рационального изучения тела органогенной постройки.

Первую поисковую скважину рекомендуется заложить в зону с высокими значениями нефтенасыщенной толщины – в гребень рифа с максимальной гипсометрической отметкой (зона БЯ). Последующее заложение разведочных скважин должно иметь направленность к центру. Такое расположение в загребневую часть (в верхний тыловой шлейф) должно обеспечить изучение карбонатных коллекторов с

улучшенными ФЕС. Выделенные фациальные зоны с различными ФЕС в дальнейшем послужат основой для более точного подсчета запасов. При составлении первого проектного документа на разработку необходимо учитывать закономерности распределения фациальных зон и ФЕС, так как на каждой из зон, возможно, рациональным будет применение различных систем разработки. В фациальной зоне рифового шлейфа предполагаются благоприятные условия для разработки, а зона БЯ, где низкие ФЕС и высокая неоднородность, требует создания условий более интенсивного воздействия на залежь УВ.

Литература

1. Вилесов А.П. Особенности строения карбонатных циклотем фаменского яруса в рифогенных постройках северо-востока пермского края. // Геология и полезные ископаемые Западного Урала: материалы региональной научно-практической конференции. – Пермь, 2007. – С. 67-70.
2. Путилов И.С., Вилесов А.П., Ракинцева Л.Н. Использование вероятностного статистического анализа для прогноза фациальной зональности турне-фаменского карбонатного комплекса Озерного месторождения. // Нефть и газ: материалы научно-практической конференции. – Тюмень, 2008. – Т. 1. – С. 11-17.

НОВЫЙ ПЕРСПЕКТИВНЫЙ НЕФТЕГАЗОНОСНЫЙ ОБЪЕКТ ВНЕШНЕЙ ЗОНЫ ПРЕДКАРПАТСКОГО ПРОГИБА – ОТЛОЖЕНИЯ МЕЛА

А.П. Мазур

Научный руководитель доцент В.Г. Омельченко

*Ивано-Франковский национальный технический университет нефти и газа,
г. Ивано-Франковск, Украина*

Основные залежи углеводородов Западноукраинского нефтегазоносного региона расположены в Предкарпатском прогибе, в составе которого выделяются Внешняя (преимущественно газоносная) и Внутренняя (преимущественно нефтеносная) зоны. Открытые месторождения нефти и газа приурочены, в основном, к отложениям неогена и палеогена. В статье рассматриваются перспективы нефтегазоносности меловых отложений Внешней зоны. Она сформировалась в баденское и раннесарматское время на платформенной (протерозой-палеозой-мезозойской) основе. На территории зоны пробурено более 843 структурно-поисковых скважин, из которых 104 глубиной свыше 1000 м [1].

В пределах Внешней зоны выделяются верхнепротерозойский, палеозойский, мезозойский и кайнозойский (миоценовый) литолого-стратиграфические комплексы. Они отвечают основным этапам геологического развития территории и отличаются условиями осадконакопления, тектоническим строением, емкостно-фильтрационными характеристиками горных пород.

Общая толщина меловых отложений Внешней зоны превышает 800 м (площади Угерско, Бильче-Волица и др.), достигая свыше 1450 м на юго-западном склоне Вольно-Подольской плиты. В юго-восточном направлении толщина меловых отложений постепенно уменьшается и опять увеличивается при погружении на юго-запад под аллохтонные образования нижнемиоценовых моласс и мел-палеогенового флиша. Например, толщина меловых отложений увеличивается от 82 м в скв. Сторожинец-52 до 270 м в скв. Сегивская-1 и 423 м в скв. Сергии-1. Меловые отложения отсутствуют на северо-западе Внешней зоны и в Коршивско-Заболотовской эрозионно-тектонической впадине [2].

Меловая система Внешней зоны представлена тремя отделами: нижним – неокомом, средним – галичем, верхним – сеноном.

Разрез нижнего мела начинается породами альба, которые развиты повсеместно и представлены песчаниками, толщиной от одного до нескольких метров. Литологически они близки к сеноманским песчаникам. Альбские песчаники не отделены от сеноманских экранирующими породами и образуют единую альб-сеноманскую толщу. Условно альб-сеноманская толща принимается как сеноманская. Ниже залегает толща известняков, мергелей, аргиллитов, песчаников и алевролитов, которая относится к барремскому, готеривскому и валанжинскому ярусам. Толщина их достигает 250 м [3].

По данным Изотовой Т.С. (1988) в нижнем мелу выделяется нижнемеловой резервуар. В верхней части разреза залегают в одних случаях известняки с низкими коллекторскими свойствами, которые относят к мнимой крышке, в других – глинистые и мергелистые породы с незначительными прослойками песчаников и известняков, что в целом можно рассматривать как крышку. Ниже по разрезу залегают песчаники и известняки, которые характеризуются хорошими коллекторскими свойствами.

Толщина экранирующих пород нижнего мела достигает 90 м. Они считаются надежным экраном для нижнемелового резервуара. Результаты анализа керн из скважины № 8 Лопушнянского месторождения (интервал 4231-4236 м) следующие: значение абсолютной проницаемости составляет $4,1 \times 10^{-11}$ мкм², коэффициент экранирования $2,43 \times 10^{10}$ мкм⁻², а перепад давления прорыва газа свыше 100 МПа. Эффективная толщина нижнемелового коллектора достигает 50 м, а пористость около 20%. В местах, где нижнемеловой коллектор не перекрывается крышкой, функции коллектора перенимают сеноманские мергели, а если сеноман представлен песчаниками, тогда крышкой служат известняково-мергелистые породы верхнего мела (Изотова Т.С., 1988).

Во Внешней зоне в нижнемеловых отложениях выделяют ставчанскую свиту, которая объединяет валанжинский, готеривский и барремский ярусы. Впервые ставчанская свита была выделена В.Н. Утробинным в разрезах северо-западной окраины Русской платформы в 1958 г. Согласно описания разреза скважины Ставчаны-7, можно наблюдать развитие органогенно-обломочных известняков – желтых, серых, светло-серых, со стилолитовыми швами, детритом и псевдооолитами. В основании разреза залегают темно-серые известняки, которые переслаиваются с темно-серыми алевролитами.

Из анализа результатов исследования отложений ставчанской свиты, видно, что она представлена четырехслойной толщей.

Первый слой, то есть нижняя часть ее, сложен глинами, которые имеют толщину 2-6 м и являются хорошей крышкой для нефти и газа.

Следующий слой залегают выше и представлен плотным горизонтом известняка толщиной до 20 м, который в северо-восточном направлении замещается глинами (аргиллитами). В трещинах и в цементирующей толще известняков иногда развивается ангидрит и доломит. Известняки образовывались в мелководных условиях, в бассейнах, которые насыщены карбонатами со значительным, однако неоднородным, привнесом обломочного материала [3].

Над известняком залегают терригенная пачка (третий слой), которая представлена переслаиванием песчаников, алевролитов, аргиллитов, реже известняков. Песчаники ставчанской свиты разномерные, среднезернистые, алевролитовые, по составу кварцевые, иногда с примесью полевых шпатов.

Разрез завершается пластом плотного известняка толщиной до 35 м и аргиллита, толщиной 2-4 м. Среди органогенного материала ставчанских известняков преобладают остатки иглокожих и мшанок. При более благоприятных условиях и отсутствии терригенного стока, эти организмы (мшанки) образовали бы органогенные толщи.

Отложения верхнего мела представлены сеноманским, туронским, коньякским, сантонским, кампанским и маастрихтским ярусами.

В отложениях верхнего мела выделяется также один резервуар. Разрез отложений верхнего мела в северо-западных и центральных частях зоны начинается песчаниками кампана. В этих отложениях открыты такие газовые месторождения, как: Угерское, Бильче-Волицкое и др. На остальной территории мергелисто-известняковая толща имеет толщину около 1000 м. Вся толща мергелей и известняков верхнего мела может быть крышкой. Песчаники же, в местах своего развития, образуют вместе с перекрывающими их гельветскими отложениями подбаденский резервуар.

Анализируя экранирующие свойства верхнемеловой крышки, в скважине 1-Сегивская в интервале 2240–2245 м в нижней части разреза турона известняк имеет абсолютную проницаемость $2,1 \times 10^{-9}$ мкм², что отвечает коэффициенту экранирования $4,76 \times 10^8$ мкм²; давление прорыва составляет 30 МПа, а кампанский известняк в скважине 2-Сегивская в интервале 2108–2112 м имеет абсолютную проницаемость $8,7 \times 10^{-11}$ мкм², коэффициент экранирования $1,15 \times 10^{10}$ мкм² и перепад давления прорыва свыше 100 МПа (Изотова Т.С., 1988).

В скважине № 8 на Лопушнянской площади (интервал 4090–4093 м) туронские известняки имеют абсолютную проницаемость $1,2 \times 10^{-10}$ мкм², коэффициент экранирования $8,33 \times 10^9$ мкм² и давление прорыва по газу 100 МПа.

Вышеуказанное свидетельствует о том, что верхнемеловой экран характеризуется высокими экранирующими свойствами. Коллекторами верхнемелового резервуара являются сеноманские песчаники.

Сеноманский ярус представлен в основном песчаниками, которые местами переходят в мергели. В его состав условно включены и альбские песчаники. Каждая песчаная порода вместе с крышкой представляет собой самостоятельный микро-резервуар [4].

В пределах Бильче-Волицкого месторождения отложения журавненской свиты представлены светло-серыми, серыми с зеленоватым оттенком, мелко- и среднезернистыми песчаниками из глинисто известняковым цементом, который заключает в себе зерна глауконита, примеси обугленного детрита разной плотности (от рыхлых к значительно плотным). В крайних северо-восточных скважинах песчаники переходят в алевролит и серые песчано-глинистые мергели. Фациальное замещение песчаников юга на северный восток особенно четко видно в нижней части разреза. В низах сенона увеличивается содержание карбонатов, встречаются пропластки известняков и плотных средне- и разномерных глинистых песчаников. В результате этого переход сенона в толщу турона является постепенным.

На Угерском месторождении при общем подобии пород размеры обломочного материала несколько больше. Здесь развиты средне- и разномерные глинисто-известняковые песчаники с глауконитом и разной мелкой хорошо окатанной галькой.

Журавненские песчаники от Рубановского месторождения и до с. Дидушичи являются частью палеодельты сенонского возраста. Песчаники на большей части территории являются коллекторами с эффективной толщиной свыше 200 м, пористостью свыше 20%. Они промышленно газоносны (месторождения Угерское и Медыньчи). Дальнейшие перспективы отложений связаны с выявлением антиклинальных и неантиклинальных тектонически и литологически экранированных ловушек в зонах развития коллекторов.

Верхнемеловой (сенонский) бассейн в общем был карбонатоместимым, что привело к формированию карбонатных толщ в пределах больших терригенных геологических тел, аналогичных журавненским песчаникам. Все, что происходило, явилось следствием локального сноса значительных объемов обломочного материала [3].

Открытие Лопушнянского газонефтяного месторождения во Внешней зоне Предкарпатского прогиба с залежами в меловых отложениях определило актуальность детального литологического изучения отложений мелового возраста, как перспективных на нефть и газ [4].

Таким образом, перспективы Внешней зоны нефтегазонакопления связаны с коллекторами в мезозойских отложениях, которые выклиниваются или литофациально замещаются флюидоносными породами (Изотова Т.С., 1988). Менее изученными и наиболее перспективными является нижнемеловые отложения и, в меньшей мере, верхнемеловые. По нашему мнению перспективы открытия новых залежей нефти и газа следует ожидать:

1. В нижнемеловом резервуаре, благодаря хорошим коллекторским свойствам песчаников и известняков, а также наличию покрывки, которая сложена глинистыми и мергелистыми породами.

2. В верхнемеловом резервуаре, где каждая песчаная порода вместе с покрывкой представляет собой самостоятельный микро-резервуар, а коллекторами являются сеноманские песчаники.

Литература

1. Вялов О.С. Некоторые вопросы геологии и перспектив нефтеносности Передкарпатского прогиба / Вялов О.С., Буров В.С., Каретников Л.Г. // Геология нефти и газа. – М., 1966. – № 6. – С. 49-53.
2. Карпатська нафтогазонасна провінція / [В.В. Колодій та ін.]. – Львів – Київ, 2004. – 390 с.
3. Бударкевич Н.Д. Проблема изучения доальпийского фундамента Предкарпатского прогиба / Бударкевич Н.Д., Заяц Х.Д., Ивахив Б.И. // Нефтяная и газовая промышленность. – М., 1985. – №1. – С. 8-11.
4. Головацкий И.Н. Лопушнянская структура – новый тип ловушки углеводородов / Головацкий И.Н., Глущенко А.А. // Нефтяная и газовая промышленность. – М., 1984. – №2. – С. 5-6.

ПРИМЕНЕНИЕ МАТЕМАТИЧЕСКИХ МЕТОДОВ ДЛЯ СТОХАСТИЧЕСКОЙ ОЦЕНКИ ПРОГНОЗНЫХ РЕСУРСОВ НА ПОИСКОВО-ОЦЕНОЧНОМ ЭТАПЕ ГЕОЛОГОРАЗВЕДОЧНЫХ РАБОТ

О.А. Мелкишев

Научный руководитель доцент С.Н. Кривошеков

*Пермский национальный исследовательский политехнический университет, г. Пермь,
Россия*

Использование подсчетных параметров, принимаемых с месторождения-аналога, при оценке прогнозных ресурсов на поисково-оценочном этапе геологоразведочных работ (ГРП) в условиях геологической неопределенности допускает значительные ошибки, поскольку не учитываются особенности конкретного объекта оценивания. Так же, варьируя выборкой аналогов, специалист может занижить или завысить рассчитываемые ресурсы. Поэтому необходимо более тщательно подходить к оценке подсчетных параметров и учитывать их возможные изменения.

Прогнозные ресурсы локальных поднятий по категории C_3 оцениваются объемным методом. Суть метода заключается в определении массы нефти или объема свободного газа в пустотном пространстве пород коллекторов. Общая формула для подсчета геологических запасов (прогнозных ресурсов) нефти объемным методом:

$$Q_{\text{геол}} = F_3 \cdot h_{\text{эф.нн}} \cdot K_{\text{п}} \cdot K_{\text{нн}} \cdot \Theta \cdot \rho_{\text{н}}, \quad (1)$$

где $Q_{\text{геол}}$ – геологические запасы нефти; F_3 – площадь залежи; $h_{\text{эф.нн}}$ – эффективная нефтенасыщенная толщина; $K_{\text{п}}$ – коэффициент открытой пористости; $K_{\text{нн}}$ – коэффициент нефтенасыщенности; Θ – пересчетный коэффициент; $\rho_{\text{н}}$ – плотность нефти.

Параметры F_3 рассчитываются по подсчетным планам или по картам отражающих горизонтов (ОГ), $h_{\text{эф.нн}}$, $K_{\text{п}}$, $K_{\text{нн}}$ и $\rho_{\text{н}}$ – как средневзвешенные величины, а Θ принимается по данным исследования проб.

Совместное использование множественной регрессии и стохастических процедур (метод статистических испытаний Монте-Карло [3]) позволяет получать как более точные оценки подсчетных параметров на поисково-оценочном этапе, так и учитывать их возможные изменения, которые не могут быть достоверно определены по объективным причинам, связанным со сложностью геологического строения, отсутствием достаточного количества данных для прогноза, случайными вариациями подсчетных параметров, и т.д.

К рассмотрению предлагается территория Башкирского свода (БС), расположенная на юго-востоке Пермского края, т.к. она является наиболее привлекательной с точки зрения проведения ГРП и достаточно хорошо изучена: открыты 56 месторождений, имеются 47 выявленных, 20 подготовленных и 11 находящихся в бурении структур. Нефтегазонасность разреза охватывает отложения всех НГК, выделенных в Пермском крае. Объектом исследования выбран верхнедевонско-турнейский карбонатный НГК (пласты Т, Т1, Т1+Т2), где залежи УВ связаны с сложно построенными и сильно неоднородными рифовым постройкам [4].

Суть предлагаемого подхода сводится к представлению каждого подсчетного параметра в виде модели (функции распределения) вида:

$$X = M(x) + \delta x \quad \delta x = x_{\text{прогн}} - x_{\text{фактич}}, \quad (2)$$

где X – функции распределения подсчетного параметра (его интервальная оценка); $M(x)$ – математическое ожидание подсчетного параметра, для конкретного объекта прогноза; δx – функции

распределения ошибок наблюдений относительно $M(x)$; x – прогноз – прогнозное значение подсчетного параметра; $x_{\text{фактич}}$ – фактическое (наблюдаемое) значение подсчетного параметра.

Для определения $M(x)$ предлагается использовать метод множественного регрессионного анализа [1, 2], а для получения функции распределения ошибок наблюдений (δx) подобрать теоретическую функцию распределения.

Под пошаговым регрессионным анализом понимается статистический метод исследования зависимостей между зависимой переменной Y и одной или несколькими независимыми переменными X_1, X_2, \dots, X_n , с включением в модель только тех переменных которые больше всего влияют на оцениваемый параметр.

Подбор функции распределения осуществлялся на основании критерия Андерсона-Дарлинга (Anderson-Darling), основанного на сопоставлении интегральных функций распределения, с учетом весового коэффициента для более детального учета различий эмпирической и подбираемой функции распределения на концах интервала.

По данным 19 месторождений, включающих 40 поднятий, расположенных в бортовой и внешней прибортовой зоне Камско-Кинельской системы прогибов (ККСП) БС, для верхнедевонско-турнейского НГК были построены модели зависимости подсчетных параметров от следующих структурно-морфологических характеристик: Свод_II^к и Свод_III^к – отметки свода структур по ОГ, отождествляемым с кровлей визейских терригенных и турнейских карбонатных отложений нижнекаменноугольной системы соответственно; Замк_II^к, Замк_III^к – отметки последней замкнутой изогипсы по соответствующим ОГ; A, S, I – амплитуды, площади (в км²), интенсивности ($I = A/S$) структур по соответствующим ОГ.

Поскольку выборка включает поднятия, расположенные в разных зонах ККСП (бортовая и внешняя прибортовая), и существенно отличаются своими условиями образования, подбор моделей оценок подсчетных параметров осуществлялся как для всех залежей, так и дифференциально по зонам ККСП, для минимизации ошибок вычислений и увеличению значений коэффициентов корреляции.

Методом пошаговой множественной регрессии получены многомерные модели оценок $M(x)$ подсчетных параметров, представленные в таблице.

После расчета моделей, для оценки $M(x)$ вычислялись ошибки наблюдений относительно фактических данных, которые затем аппроксимировались известными теоретическими распределениями.

В качестве примера была произведена оценка прогнозных ресурсов категории C_3 для Хуторской структуры (БС, бортовая зона), для которой рассчитывались математические ожидания подсчетных параметров по полученным моделям (результаты приведены в таблице), которые впоследствии при использовании метода Монте-Карло в программе Oracle[®] Crystal Ball складывались с соответствующими ошибками наблюдений.

Таким образом, для каждого параметра (за исключением площади залежи, ограниченной последней замкнутой изогипсой, которая принята за 1,92 км² как постоянная величина) получена функция распределения для конкретной структуры со своими структурно-морфологическими особенностями, с учетом ограничений значений по минимальным и максимальным наблюдаемым параметрам для всех месторождений БС.

Затем, по формуле объемного метода полученные распределения подсчетных параметров (учитывающих возможные ошибки) перемножались с помощью метода Монте-Карло для получения гистограммы Q геол. (см. рисунок), на основании 50 000 итераций.

В ходе выполненных расчетов прогнозные ресурсы категории C_3 для Хуторской структуры составили P90 – 215,5 тыс. т, P50 (Median) – 424,3 тыс. т, P10 – 642 тыс. т, при моде – 415 тыс. т.

Таким образом, на основании данного подхода возможно как более обоснованное определение подсчетных параметров, так и стохастическая оценка возможных ресурсов с различной вероятностью (P90, P10) для конкретных локальных структур с учетом их индивидуальных особенностей.

Таблица

Модели прогноза

Модель оценки $M(x)$ подсчетного параметра	Оценка $M(x)$ Хуторская	Зона ККСП	Коэф. корреляции	Ст. ошибка вычислений	Уровень значимости p-value	Подобранная функция распред. для δx
$h \text{ эф нн} = 37,953 + 0,114 A_{\text{II}^k} + 0,029 \text{ Свод_III}^k - 0,259 S_{\text{II}^k}$	3,32 м	бортовая	R=0,90	1,23 м	$p < 10^{-5}$	Вейбулла
$h \text{ эф нн} = -17,012 + 0,246 A_{\text{II}^k} + 0,228 h_{\text{II}^k - \text{III}^k} + 0,009 h_{\text{II}^k - \text{III}^k} - 0,378 I_{\text{II}^k} - 0,767 S_{\text{II}^k}$		внеш. приборт	R=0,89	0,95 м	$p < 10^{-5}$	Бета
$K_{\text{II}^k} = 0,280942 + 0,000085 * \text{Свод_III}^k$	0,116	все	$r = 0,48$	0,016	$p = 0,0018$	Вейбулла
$K_{\text{III}^k} = 0,409076394 + 2,64254237 * K_{\text{II}^k}$	0,715	все	$r = 0,65$	0,057	$p < 10^{-5}$	Max Extreme
$\rho_{\text{II}^k} = 1,25380 + 0,0002759 * \text{Свод_III}^k - 0,002477 * S_{\text{II}^k}$	0,885 т/м ³	все	R = 0,85	0,011 т/м ³	$p < 10^{-5}$	Вейбулла
$\theta = -0,42084525 + 1,50855346 * \rho_{\text{II}^k}$	0,914	все	$r = 0,85$	0,019	$p < 10^{-5}$	Вейбулла

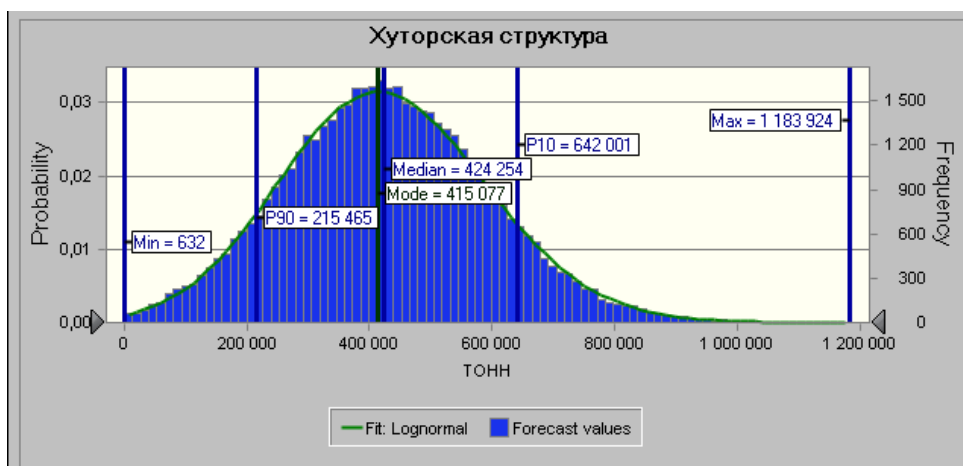


Рис. Гистограмма распределения прогнозных ресурсов Хуторской структуры по категории C_3

Литература

1. Галкин В.И., Козлова И.А., Растегаев А.В., Ванцева И.В., Кривошеков С.Н., Воеводкин В.Л. К методике оценки перспектив нефтегазоносности Соликамской депрессии по характеристикам локальных структур. – Нефтепромысловое дело. – Москва, 2010. – №7. – С.12-17.
2. Галкин В.И., Растегаев А.В., Галкин С.В. Вероятностно-статистическая оценка нефтегазоносности структур. – Екатеринбург: УрО РАН, 2001. – 277 с.
3. Дюбрьюль О. Геостатистика в нефтяной геологии: пер. с англ. / О. Дюбрьюль. – Москва; Ижевск: Ин-т компьютер. исслед.: Регуляр. и хаот. динамика, 2009. – 255 с.
4. Шаронов Л.В. Формирование нефтяных и газовых месторождений северной части Волго-Уральского бассейна. – Пермь: Пермское книжное изд-во, 1971. – 291 с.

К ВОПРОСУ О РЕКОНСТРУКЦИИ ПАЛЕОЛАНДШАФТОВ

М.В. Мищенко

Научный руководитель доцент О.С. Чернова

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

В настоящее время задача восстановления ландшафтов прошлых эпох является одной из наиболее сложных. Последовательно сменяющие друг друга во времени и пространстве обстановки осадконакопления, выраженные в определенных осадочных последовательностях рассматриваются нами, как последовательная смена палеоландшафтов, отражающая историю развития Западно-Сибирского седиментационного бассейна.

В географии под ландшафтом понимают конкретную обстановку, определяемую сочетанием рельефа, растительности, почв, органического мира и т.д. В ископаемом состоянии сохраняются только следы, фрагментарные компоненты былых ландшафтов, видимые в генетических признаках осадочных пород определенного литологического состава с набором характерных структурно-текстурных признаков [2]. Детальное изучение последних лежит в основе предлагаемой методики.

К числу наиболее важных факторов, как правило, определяющих общие закономерности седиментации, относятся: 1) расположение бассейна осадконакопления в определенной климатической зоне (гумидной, тропической, субтропической); 2) особенности рельефа; 3) местоположение (близость или удаленность) источников сноса обломочного материала; 4) особенности акваторий (глубина бассейна, площадь зеркала воды, геохимический режим и т.п.); 5) механизмы поступления осадков; 6) вещественный состав осадочного материала. В совокупности, именно эти факторы обуславливают литолого-минералогические особенности накопившихся древних отложений.

Главнейшими компонентами большинства ландшафтов являются рельеф, климат, органический мир, определяющие главные характерные черты физико-географических условий прошлых эпох [9].

Методика реконструкций ландшафтов сводится к воссозданию и дальнейшему картированию их определяющих элементов. Различные методические приемы в решении этой достаточно сложной геологической задачи отражены во многих публикациях отечественных и зарубежных авторов [1, 2, 5, 6, 7, 8, 9, 10] и схематически могут быть обобщены в виде следующей схемы (см. рисунок).



Рис. Последовательность палеогеографических условий

Наиболее важным элементом любого ландшафта является рельеф, определяющий местоположение областей денудации и бассейнов седиментации. Реконструкции палеорельефа осуществляются на основе региональных палеогеоморфологических исследований с учетом палеотектонических критериев, на результатах анализа общей палеогеографической обстановки, комплекса фаций, мощностей изучаемых отложений, их литологического состава. Главным количественным методом восстановления древнего рельефа является метод мощностей. Основным методом качественного изучения – литолого-фациальный анализ. К перечисленным методам обычно добавляются данные геофизических и сейсмических исследований глубоководных толщ.

Погребенный рельеф анализируется по карте изопахит для толщи, лежащей между опорными горизонтами. Показателем расчлененности рельефа области сноса служат грубообломочные породы в разрезах скважин.

На основе детального изучения минералогических и петрографических особенностей осадочных пород определяются исходные материнские толщи, слагающие область размыва. При определении местоположения предполагаемых источников сноса обломочного материала используют параметры среды: состав пород, текстурные особенности, региональные геологические материалы, изменения характера фаций по латерали, карты по основным структурным поверхностям.

При изучении особенностей строения древних приемных бассейнов (акваторий) используют следующие приемы. Восстановление палеоглубин определяют по гранулометрическому составу, по анализу мощностей накопившихся толщ, по литогенетическим типам пород, по остаткам фауны и ихнофоссилиям. Для оценки физико-химических параметров среды используют литологический, палеонтологический и геохимический методы. Соответственно главными показателями пресноводности или солености бассейна служат ассоциации организмов, типы пород и отношения пар малых химических элементов (геохимические индикаторы) V/G или Sr/Ba .

Исследованиями количественного содержания бора (В) в осадочных породах в качестве прямого индикатора морской или пресноводной обстановки, в случаях, когда отсутствуют фаунистические остатки, посвящены работы Кейта и Дегенса (1961), В.М. Мазур (1985) и многих других [3, 4]. Как известно, большая часть бора связана с иллитами (как в морских, так и в пресноводных глинах). Примесь каолинита в глинистых породах снижает содержание бора на массу породы. Кроме исходного материала на концентрацию бора влияют соленость в бассейнах его отложения, диагенез и Сорг. Содержание бора возрастает от пресноводных осадков к солоноватоводным и далее к нормальным морским.

При реконструкциях палеогеографических условий осадконакопления имеют интерес отношения V/G и Sr/Ba . Так как абсолютные концентрации малых элементов изменяются от многих факторов (физико-химических свойств элемента, характера среды бассейна седиментации, степени выветрелости пород области сноса, от их содержания в разрушаемых породах и т.п.). Поэтому при суждении об условиях осадкообразования используют отношения пар близких химических элементов. Поскольку содержание бора и галлия в морских и континентальных осадках значительно отличаются, то величина отношения содержания этих элементов в глинах является показателем морского или континентального генезиса осадков. В морских глубоководных аргиллитах георгиевской свиты это соотношение варьирует в пределах от 4,1 до 6,5, в прибрежно-морских глинистых отложениях (нижневасюганская подсвита) составляет 1,93-3,1, в нижнеюрских аргиллитах тогурской свиты – 2,1-4,1. В континентальных же отложениях тюменской свиты величина соотношения значительно меньше и составляет 0,46-1.

Стронций, накапливающийся в осадках преимущественно биогенным путем, увеличивает свое содержание в глинистых породах. Его наибольшие концентрации достигают в глубоководных аргиллитах георгиевской свиты (0,035-0,042%), в мелководных глинах – (0,023-0,027%). В континентальных глинистых толщах содержание стронция минимальное (0,013-0,019%).

При проведении палеоклиматических реконструкций основное внимание уделяется восстановлению растительного покрова в определенную геологическую эпоху, т.к. наиболее тесно с климатом связана наземная растительность, играющая немаловажную роль при восстановлении истории формирования древних ландшафтов. Следует отметить некоторую условность в выделении проводимых реконструкций. В современном растительном мире часто уже не существует аналогов, подтверждающих правильность предположений о характере древних растительных форм [6]. Построение карт палеорастительности возможно при кропотливом детальном анализе спорово-пыльцевых спектров, выделенных в разрезах скважин и последующем анализе пространственного распределения однотипных спорово-пыльцевых комплексов путем наложения полученных диаграмм на литолого-палеогеографическую карту. В каждом выделенном ареале анализируется количественное участие отдельных компонентов флоры. Полученный материал увязывается с палеорельефом и литологией осадков. На основании проведенных построений выделяются определенные группировки растений.

При реконструкциях палеорастительности необходимым является использование узкоспециализированной ботанической литературы для разработки легенды к картам, в основе которых лежит эколого-биологическая характеристика растений. Подобные реконструкции желательнее проводить для достаточно коротких промежутков геологического времени (обычно для одного века). Таким образом, анализ палинологических данных, привязанных к палеогеографической основе, позволяет установить закономерности в распределении спорово-пыльцевых комплексов и тесную их связь с условиями среды седиментации.

Описанная последовательность исследований является классической при проведении литолого-палеогеографических исследований, основанных на фактическом материале (керне скважин).

Литература

1. Бакиров А.А., Мальцева А.К. Литолого-фациальный и формационный анализ при поисках и разведке скоплений нефти и газа. – М.: Недра, 1985. – 159 с.
2. Казанский Ю.П. Принципы реконструкции древних ландшафтов по данным сравнительно-седиментационного метода // Палеоландшафты морей и континентов. – Новосибирск: Наука, 1987. – С. 6-13.
3. Кейт М.Л., Дегенс Э.Т. Геохимические индикаторы морских и пресноводных осадков // Геохимические исследования. – М., 1981 – С. 56-84.
4. Мазур В.М. Использование данных геохимического изучения пород при стратиграфических исследованиях // Биостратиграфия мезозоя Западной Сибири. – М.: Наука, 1985 – С.14-33.
5. Марковский Н.И. Палеогеографические основы поисков нефти и газа. – М.: Недра, 1973. – 304 с.
6. Методика палеопалинологических исследований и морфология некоторых ископаемых спор, пыльцы и других растительных микрофоссилий // Палеопалинология. – Л.: Недра, 1966. – С.39-49
7. Методы палеогеографических реконструкций / Гроссгейм В.А., Бескровная О.В., Геращенко И.Л. и др. – Л.: Недра, 1984. – 271 с.
8. Палеоландшафты Западной Сибири в юре, мелу и палеогене / Гольберт А.В., Маркова Л.Г., Полякова И.Д. и др. – М.: Наука, 1968. – С. 31-35.
9. Рухин Л.Б. Основы общей палеогеографии. – Л.: Гостоптехиздат, 1959. – 557 с.
10. Самойлович Р.С., Мчедлишвили Н.Д. Методика построения карт палеорастительности по палинологическим данным // Палинология в нефтяной промышленности. – Л.: Недра, 1971 – С.15-22.

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА СОСТАВА АЛЕВРО-ПЕСЧАНЫХ ПОРОД МЕСТОРОЖДЕНИЙ ШИРОТНОГО ПРИОБЬЯ

Н.С. Мурзина

Научный руководитель доцент М.В. Шалдыбин
ОАО ТомскНИПИнефть, г. Томск, Россия

Целью данной работы являлось сравнение алевропесчаных пород одного из нефтяных месторождений Широтного Приобья по их петрографическим характеристикам. Для этого было изучено 72 шлифа из 13 скважин. Изученные отложения являются перспективными объектами для разработки нефти и газа и принадлежат продуктивным пластам нижнего и верхнего мела (сверху вниз): АС₁₁, БС₄₋₅, Ач₁₋₃, Ач₂ и Ач₅.

Была поставлена задача: изучить петрографию каждого продуктивного пласта, его минеральный и гранулометрический состав, текстурно-структурные особенности пород, включая геометрию порового пространства, цемент и минеральные новообразования. Далее предстояло сравнить их по основным литологическим характеристикам.

Основным методом для изучения пород в шлифах являлся кристаллооптический метод с использованием поляризационного микроскопа марки Olympus BX51. Определялись следующие характеристики: состав обломочной части и цемента, сортировка, пористость пород, степень вторичных преобразований и некоторые гранулометрические характеристики. Все шлифы были насыщены эпоксидной синей смолой для определения пористости пород.

Продуктивные отложения мела в данном районе представлены преимущественно тонко- и мелкозернистыми песчаниками, реже алевропесчаниками, ещё реже песчаными алевролитами. Основные обобщенные результаты исследования представлены в таблице. Медианный диаметр пород изменяется в широких пределах: от 0,06 до 0,21 мм, сортировка – от очень хорошей до плохой. По составу это полевошпато-кварцевые и кварцево-полевошпатовые граувакки и граувакковые аркозы (рис. 1).

Микротекстуры, характерные для пород: ориентированная (обусловленная субпараллельной ориентировкой удлиненных обломков, чешуек слюд и редких включений растительного детрита), однородная (беспорядочная) и слойчатая (за счёт слойков, обогащенных слюдой и растительным детритом, либо сидеритом). В обломочной части пород присутствуют кварц, полевые шпаты (преобладают их калиевые разновидности), обломки пород и слюды. Среди обломков пород отмечены эффузивы различного состава, кремнистые, кремнисто-слюдистые, глинистые. Слюды представлены биотитом и мусковитом. Для полевых шпатов характерны: пелитизация, серицитизация и частичное растворение; для кварца – регенерация, коррозия зёрен в различной степени.

Таблица

Результаты изучения пород в иллицах по пластам

Пласт		АС ₁₁	БС ₄₋₅	Ач ₁₋₃	Ач ₂	Ач ₅
Пористость, %		5,0-7,9	0-14,6	1,1-9,2	3,6-5,8	0,2-9,2
Медианный диаметр, мм		0,05-0,07	0,06-0,21	0,07-0,15	0,10-0,11	0,08-0,17
Сортировка		средняя – хорошая	очень хорошая – плохая	очень хорошая – средняя	плохая	плохая – хорошая
Содержание обломочной части, %	кварц	51-54	32-53	47-52	35-38	30-50
	полевые шпаты	20-22	20-41	20-28	38-44	23-49
	обломки пород, включая слюды	26-27	23-35	26-28	18-25	15-34
Состав цемента, %	каолинит	-	0-4,6	-	1-5,6	0-8,2
	гидрослюда	2,8-4,4	0-6,7	0-5,7	0,5-2,2	0-5,9
	хлорит	-	0-6,5	-	0,5-3,5	0-5,6
	кальцит	1,9-7,9	0-19	2-24,3	1,7-2,4	0,1-28
	сидерит	0,6-2,7	0-3,9	0-6,5	-	0-5

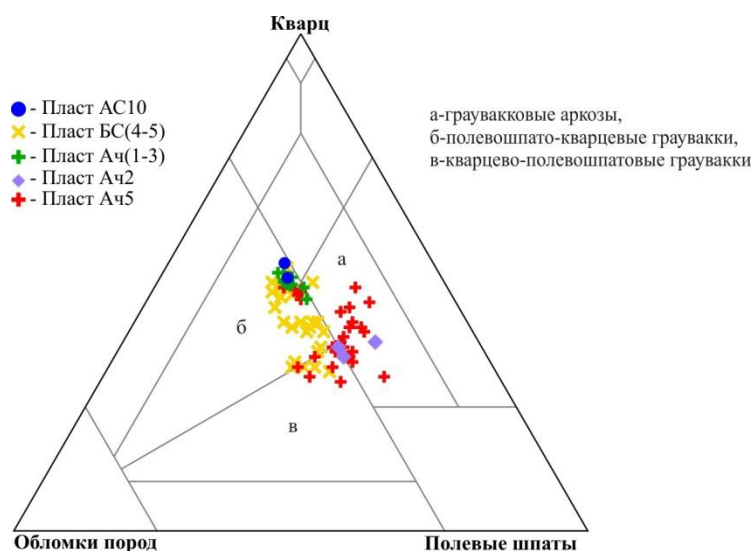


Рис. 1. Треугольная диаграмма состава песчаников (по В.Д. Шутову)

Породы уплотнены в степени от слабой до средней, с образованием линейных, точечных, реже конформных и инкорпорационных межзерновых контактов. Изолированные контакты характерны для пород с карбонатным цементом. Из аксессуарных минералов встречаются циркон, сфен, турмалин, апатит, гранат, эпидот,

шпинель, рутил. Аутигенные минералы представлены в небольшом количестве кристаллами, зёрнами и скоплениями зёрен пирита, в единичных шлифах – глауконитом. Цемент порового, пленочно-порового, порового, редко порово-базального и порово-плёночного типа, по составу карбонатно-глинистый. Карбонатная составляющая цемента сложена кристаллически-зернистым кальцитом, пелитоморфным и микрозернистым сидеритом; глинистые минералы представлены каолинитом, хлоритом и гидрослюдой в разных количественных соотношениях. Органическое вещество встречается в виде удлинённых по наслоению включений, редко буроватых примазок на зёрнах. Пористость, определенная по шлифам, составляет до 14,6% и представлена межзерновыми порами – изолированными и сообщающимися, разнообразными по форме и размерам; а также микропорами внутризерновыми растворения полевых шпатов и обломков пород, межагрегатными – в глинистом цементе (рис. 2).

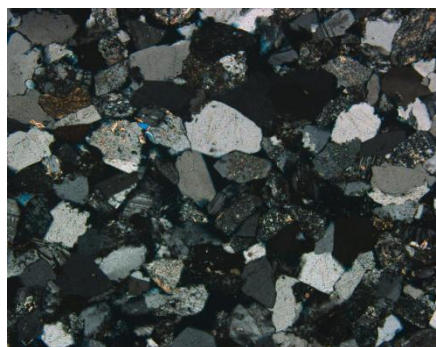
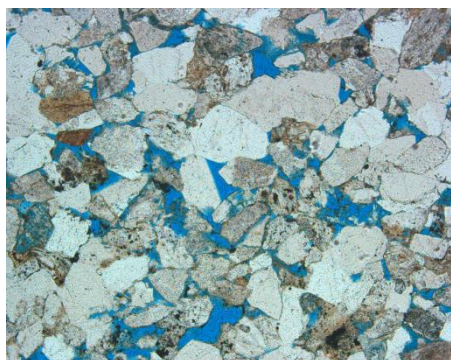


Рис. 2. Фотоснимок шлифа 1 скв. 100, пласт БС4-5, гл. 2515,19 м (увеличение 45х, николи II и X
Основные выводы по результатам исследования следующие:

1. Все изученные породы согласно описанию и granulometricким характеристикам отнесены к мелкозернистым песчанкам, песчаным алевролитам и алевропесчанкам. При этом для более молодых пластов наблюдается тенденция увеличения содержания обломков пород в составе, в то время как более погруженные пласты имеют состав, отвечающий граувакковым аркозам.

2. Сортировка и медианный размер зерен могут варьировать в больших диапазонах и часто имеют локальное распределение, обуславливая и повышая степень неоднородности пород.

3. Для цементирующей массы характерно, что гидрослюдистый цемент в большей степени развит в верхних пластах, тогда как каолинит, также как и хлорит (за редким исключением), больше тяготеют к нижним. Карбонатный цемент (кальцит, сидерит) не находит явных признаков своего распределения и развит локально во всех пластах, уменьшая при этом коллекторские свойства пород.

4. Пористость в породах (по определениям в шлифах) может колебаться от 0 до 14,6%. Её значения выше в более зернистых и отсортированных разностях. В верхних пластах ухудшение пористости связывается с наличием в цементе пород гидрослюды, в нижних – каолинита.

ОРГАНИЧЕСКИЙ МИР ПОЗДНЕЮРСКОГО ПАЛЕОБАСЕЙНА НА ПЛОЩАДИ КАЛИНОВОГО ГАЗОКОНДЕНСАТНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ (ТОМСКАЯ ОБЛАСТЬ)

К.Е. Незговорова

Научный руководитель доцент А.В. Ежова

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Верхнеюрские отложения Нюрольской впадины выделяются в объеме васюганской, георгиевской и баженовской свит. Породы васюганской свиты, имеющие келловей – оксфордский возраст, представлены чередованием песчано-алевритовых и глинисто-алевритовых пластов. По литологической характеристике они подразделяются на нижнюю и верхнюю подсвиты.

В составе верхневасюганской подсвиты выделяются подугольная, межугольная и надугольная толщи, разделенные углистыми пластами различной мощности.

Подугольная толща (6-27 м) включает в себя алеврито-песчаные осадки пласта Ю₁⁴. Разрез представлен чередованием песчаных и алевритовых прослоев. Для межугольной толщи (11-50 м) характерны глинисто-алеврито-песчаные отложения, содержащие прослои угля, включения обугленных растительных остатков, конкреции сидерита и пирита.

Надугольная толща (4-38 м) на большей части Нюрольской впадины представлена алеврито-песчаными отложениями с прослоями известковых песчаников. Нижней границей надугольной толщи является кровля регионально выдержанного угольного пласта У₁.

Очень велико значение животных организмов как показателей среды осадконакопления. Состав организмов позволяет судить об условиях, в которых накапливались данные отложения.

Для фациального анализа имеют значение количества и расположение органических остатков относительно друг друга и по отношению к структурно-текстурным элементам вмещающих их отложений.

Анализируя керн Калиновой площади по некоторым скважинам были обнаружены органические остатки по нескольким видам фаций.

На Калиновой площади установлена морская обстановка осадконакопления.

Фации лагун. Образованию лагуны предшествует между берегом и растущим баром береговой промоины.

Условия осадконакопления в пределах лагун характеризуются ограниченной площадью, малыми глубинами, застойностью водной среды. Осадки лагун в преобладающей части являются пелитовыми, но их характер зависит от приносимого материала и климатических условий. В зонах умеренного климата в лагунах доминирует накопление терригенных осадков. В сухом климате рядом с терригенными осадками нередко залегают эвапориты, а во влажном тропическом климате наблюдается преобладание карбонатных отложений.

Отличительной особенностью разрезов межугольной толщи является наличие в них органических остатков и следов их жизнедеятельности.

В керне и шлифах Калиновой площади скважины 15 в интервале 2625,0-2620,0 м из алеврито-глинистых темно-серых пород с мелкой оползневой текстурой впервые установлены следы жизнедеятельности мелких донных животных.

Фации зоны волнений. Накопление осадков в зоне волнений мелководного шельфа на изученной территории Западной Сибири связано с келловей-оксфордским временем, когда в результате неоднократной трансгрессии моря и миграции береговой линии на смену континентальному режиму осадкообразования приходит мелководноморской.

Трансгрессивный цикл фации обусловил наличие окатанных обломков песчаников и алевритов и постепенный переход песчаной толщи в песчано-алевролитовую и алеврито-глинистую. С регрессией моря и приближением местности к береговой линии вплоть до полного его ухода, окончательного подъема и заболачивания поднявшегося морского дна, связано обилие растительного детрита и различных животных: мелкие донные морские животные, донные организмы, следы биотурбаций, норки донных иловых животных в песчаных мелкозернистых, алевролитовых крупнозернистых породах со слоистостью сложного типа, нарушенной волнением.

Осадки формируются в условиях хорошей аэрации придонных вод, сопровождаются неоднократным переывом и перетолжением при постоянных волнениях водной среды. Обитающие на поверхности морского дна и зарывающиеся в ил животные сильно перерабатывали илистый осадок, нарушая первичную слоистость, создавая биотурбационные текстуры.

Литогенетические типы данной фации связаны с условиями осадконакопления в большем или меньшем удалении от береговой линии.

Фации малоподвижного мелководья. Отложения фации малоподвижного мелководья установлены в составе надугольной толщи на Калиновой площади, т.е. на восточных склонах Нюрольской впадины. Отличительным признаком пород этой фации является обилие и разнообразие морского бентоса. Впервые были обнаружены и детально описаны сечения трубчатых раковин моллюсков, следы жизнедеятельности мелких морских червей, раковины и внутренние ядра пелеципод, известковые трубки морских червей (диаметр около 1 мм) и сечения трубчатых моллюсков, остатки раковин фораминифер (рис. 1), остатки иглокожих, иглы морских ежей в продольном сечении (рис. 2), остатки морских лилий (пентакриусов) в виде пятилучевых звезд и пятиугольников с круглым осевым сечением (рис. 3).



Рис. 1. Фораминифера
Калиновая площадь, скважина №10, глубина 2575,3 м

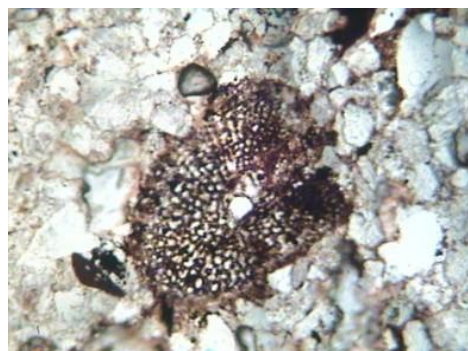


Рис. 2. Остатки морских ежей
Калиновая площадь, скважина №14, глубина 2567,3 м

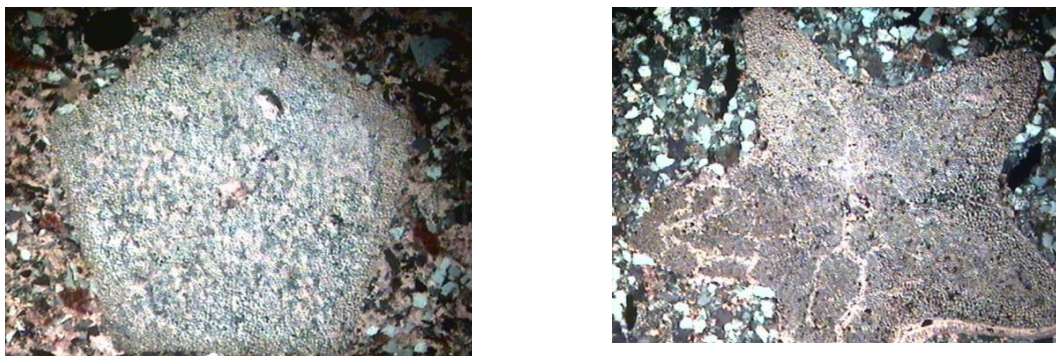


Рис. 3. Остатки морских лилий в виде пятилучевых звезд
Калиновая площадь, скважина №10, глубина 2558,6 м (а), глубина 2560,0 м (б)

Обращает на себя внимание тот факт, что остатки иглокожих имеют малые и даже микроскопические размеры. Очевидно, «загрязненная» обломочными, а в ряде случаев и углистыми частицами, вода, а также песчаный грунт создавали неблагоприятные условия для обитания этих типично морских животных.

Формирование этих отложений происходило, вероятно, в условиях мелководья вне зон течений и активных волнений морской среды.

По некоторым литологическим особенностям выделено два типа отложений фации малоподвижного мелководья: ММ-1 – песчано-алевритовые породы с глинистым и глинисто-карбонатным цементом и ММ-2 – песчано-алевритовые породы с глинистым и глинисто-углистым цементом.

Фации кимериджского моря. В условиях неглубокого моря в конце средней-начале поздней юры, при трансгрессии моря сформировался особый тип пород песчано-алевритового состава, содержащих то или иное количество глауконита и характеризующихся наличием комковатых текстур и слабой сортировкой обломочного материала. Появление глауконита в составе песчаников свидетельствует о совершенно конкретных условиях, когда море трансгрессирует на сушу с развивающейся на ней корой выветривания. При этом песчаные осадки сформированы в мелководной части шельфа и приурочены к повышенным участкам положительных структур. В пониженных участках структур и депрессионных зонах синхронные отложения представлены алевритовыми, глинисто-алевритовыми породами, содержащие пирит и карбонаты.

По литологическому составу пород, их текстурно-структурным признакам, степени сохранности и характеру захоронения остатков фауны в изученном районе выделяется один литологический тип – МГК-1, сформированный на подводных поднятиях мелководной части шельфа. Вещественным ее выражением являются песчаники, алевриты разнозернистые, плохо отсортированные, карбонатизированные, пиритизированные, фосфатизированные с глауконитом и морской фауной. Наиболее характерный генетический признак, позволяющий отнести данные отложения к морской группе фаций, – наличие в них морской фауны: пеллеципод, фораминифер, белемнитов и др. На Калиновой площади были впервые найдены мелкие перламутровые раковины пеллеципод с концентрической ребристостью, включения черных онихитов, комплекс фораминифер различной сохранности (рис. 4), серпулы (рис. 5) в глинах алевритовых и тонкодисперсных пиритизированных с глауконитом.

Существование постоянного и длительного относительно глубоководного морского режима в кимериджское время генетически связано с углублением и дальнейшим расширением позднеюрской морской трансгрессии на территорию Западно-Сибирской плиты. Отложения накапливались на глубинах не более 200 м в нормально-морской обстановке. Они характеризуются глинистым составом и выделяются в составе георгиевской свиты.

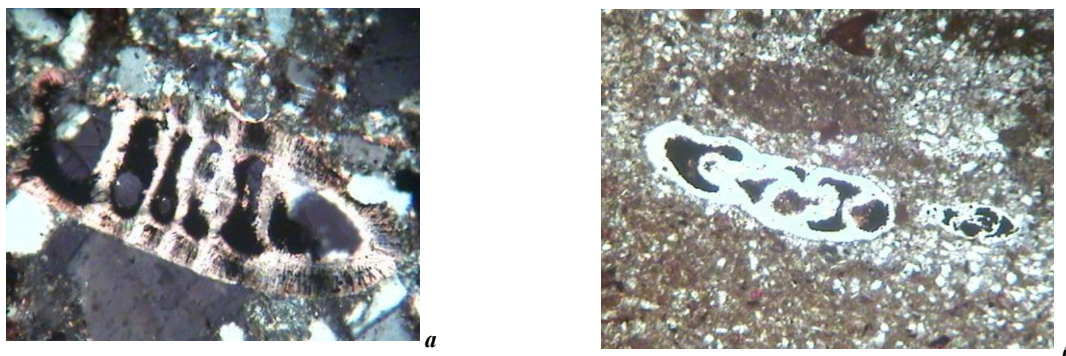


Рис. 4. Фораминиферы
Калиновая площадь, скважина №10, глубина 2560,0 м (а), скважина №18, глубина 2620,95 м (б)

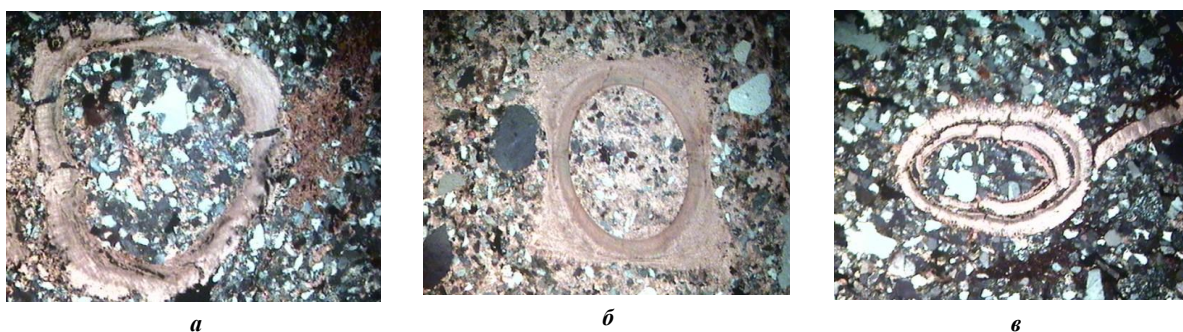


Рис. 5. Серпулы
Калиновья площадь, скважина №10, глубина 2560,0 м (а), глубина 2559,4 м (б, в)

Фации волжского моря. В волжское время позднеюрско-неокомская трансгрессия достигает своего максимального развития. Морской режим устанавливается на значительной территории Западной Сибири, а площадь морского бассейна достигает 2.0 млн. кв. км. В наиболее погруженных участках эпиконтинентального морского бассейна, где отмечается застойный характер придонных вод, плохая аэрация, а местами сероводородное или углекислотное заражение, накапливались тонкие вязкие илы, обогащенные рассеянным органическим веществом, пиритом, кремнеземом, карбонатным и фосфатным материалом. В илах накапливались остатки пелагических и семипелагических организмов.

В последующие стадии существования осадка глубоководные тонкоотмученные илы были преобразованы в черные или буровато-черные плитчатые битуминозные аргиллиты баженовской свиты. Именно в этих отложениях были найдены фосфатизированные и частично пиритизированные остатки ихтиодетрита.

С уменьшением глубины в осадках падает содержание $C_{орг}$, кремнезема и карбонатов. Глубоководные тонкоотмученные илы постепенно сменяются обычными пластичными глинами, переслаивающимися с алевролитами и песчаниками.

Таким образом, впервые для позднеюрского палеобассейна Западной Сибири в терригенных отложениях установлен и описан комплекс фауны моллюсков, червей и иглокожих. Эти данные позволяют по-новому осветить вопросы палеогеографии. В частности, установлено, что в позднеоксфордское время в пределах Нюрольской впадины существовал мелководный бассейн с активной гидродинамической средой, в котором накапливались песчано-алевритовые осадки межугольной толщи. Многочисленные остатки иглокожих, морских червей, моллюсков, фораминифер указывают на благоприятный газовый режим и нормальную морскую соленость.

Наличие таких бентоносных форм, как пентакринасы, обладавшие бесстебельчатым массивным скелетом, большое количество зарывающихся в ил животных, примесь тонкодисперсного углстого вещества, растительные остатки – все это свидетельствует о небольшой глубине прибрежной полосы моря, действии волн и течений. Наряду со значительным количеством поступавшего в водоем терригенного материала, накапливались и карбонатные осадки. Карбонат кальция, растворенный в воде, послужил основной для скелетных образований фауны и материалом для создания защитных трубок у некоторых видов морских червей.

Благодаря этим органическим остаткам, можно сказать, что происходило морское осадконакопление. Море было теплым, спокойным, с нормальной соленостью, содержащий кислород, необходимый для жизни таких животных как морские лилии, морские ежи, черви, иглокожие и мелкие донные животные.

СТРОЕНИЕ И КОРРЕЛЯЦИЯ ОТЛОЖЕНИЙ ПЛАСТА АВ₁₋₂ НА ТЕРРИТОРИИ ШИРОТНОГО ПРИОБЬЯ (ЗАПАДНАЯ СИБИРЬ)

Е.Б. Нетак

Научный руководитель профессор В.П. Алексеев

Уральский государственный горный университет, г. Екатеринбург, Россия

Важнейшей целью геологических работ на любом их этапе является установление различных закономерностей в строении исследуемой толщи. Под этими закономерностями уже несколько десятилетий понимается многопорядковая цикличность, определяющая накопление всех осадочных толщ (разумеется, за редким их исключением). Корреляция отложений на разных площадях, для разных комплексов и т.д. – это геологический метод, который в итоге дает практические результаты. Ведущие из них – это создание обобщающих представлений об исследуемой территории и прослеживании пластовых тел полезных ископаемых. Обе эти задачи определяются различными рекомендациями и требованиями, но жестких рамок к представляемым материалам не существует, что определяется неоднородностью исходных геологических сведений.

Целью наших исследований явилась корреляция отложений пласта АВ₁₋₂ на базе фациального анализа в комплексе с результатами геофизических исследований скважин (ГИС). Корреляционный разрез исследуемой площади состоит из пяти скважин разных месторождений: Вать-Еганского, Покачевского, Кечимовского, Нивагальского, Урьевского. Кровля пласта АВ₁₋₂ вскрыта скважинами на глубинах от 1820 до 1957 (табл. 1).

Таблица 1

Глубины кровли и подошвы пласта АВ₁₋₂ в исследуемых скважинах; интервалы отбора керна

Месторождение	Глубина кровли пласта АВ ₁₋₂ , (м)	Глубина подошвы пласта АВ ₁₋₂ , (м)	Интервалы отбора керна, (м)
Вать-Еганское	1957	1984	1962,0 – 1991,0
Покачевское	1872	1912	1878,0 – 1896,0
Кечимовское	1860	1906	1864,0 – 1925,4
Нивагальское	1865	1896	1864,2 – 1902,2
Урьевское	1820	1858	1824,5 – 1850,0

При изучении керна, уже при первоначальном описании, нами устанавливается генезис, т.е. фация, по методике Ю.А. Жемчужникова, которая в последние годы активно распространяется на нефтегазоносные толщи Западной Сибири. Всего установлено 5 макрофаций, включающих 8 фаций. В табл. 2 приведен сокращенный набор отложений, где в трех случаях макрофация представлена только одной фацией, что характерно для исследуемой нами толщи. Перечисленные обстановки осадконакопления свойственны всем пяти изученным скважинам.

В пласте АВ₁₋₂ на всей площади выделяются комплексы коллекторов мощностью от 5 до 15 м. Разрезы представлены чередованием песчано-алевритового и глинистого материала и характеризуются увеличением глинистости вверх по разрезу. В целом об отложениях исследуемого горизонта можно сказать, что они характеризуют прибереговую зону с направленно ослабевающей динамикой осадконакопления.

Таблица 2

Схема фациального расчленения отложений

Макрофация, индекс	Фация
Отложений заливно-лагунного побережья, БЗ	Глинисто-алевритовых осадков полуизолированных частей побережья заливов и лагун
	Песчано-алевритовых осадков прибрежных частей заливов
Отложений подводной части дельты, БД	Песчаных осадков конуса выноса рек
Отложений полуизолированного малоподвижного бассейнового мелководья, БП	Алеврито-глинистых и карбонатных осадков малоподвижного мелководья
	Глинисто-алевритовых осадков приливно-отливной зоны (ватты)
	Алеврито-песчаных осадков малых аккумулятивных форм (косы, пересыпи)
Отложений открытого подвижного бассейнового мелководья, БМ	Песчаных осадков сильноподвижного мелководья (аккумулятивные формы: бары, косы, россыпи)
Отложений наиболее удаленной от побережья части бассейна, БУ	Песчано-алевритовых осадков открытой части бассейна

При более детальном рассмотрении каждой из скважин мы делаем вывод, который может быть отражен в модели (рис. 2), представленной О.С. Черновой в работе [2]. Сводная таблица электрометрических моделей фаций отражает смену режимов осадконакопления – регрессивного на трансгрессивный. При анализе кривой PS по методике В. С. Муромцева установлено совпадение с электрометрической характеристикой мелководных песчано-алевритовых построек, и для скважины Кечимовского месторождения модель режимов спроецирована на колонку (рис. 1).

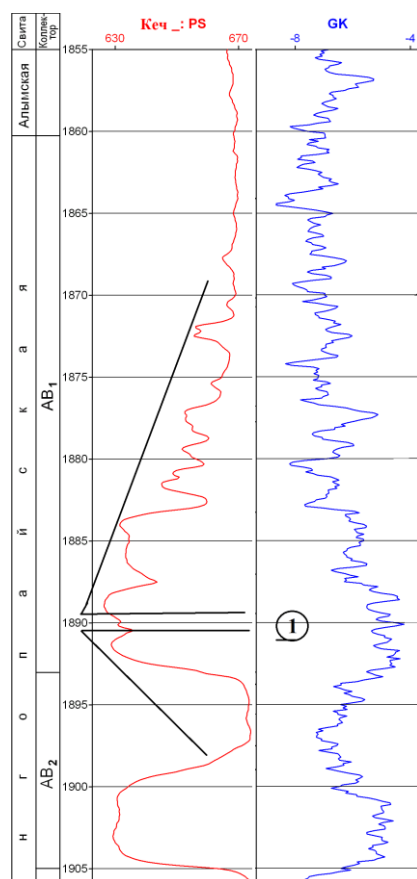


Рис. 1. Фрагмент колонки по скважине Кечимовского месторождения



Рис. 2. Электрометрическая характеристика мелководных песчано-алевритовых построек [2]

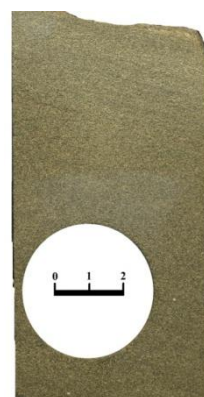


Рис. 3. Образец 1 (глубина 1891,0 м) Песчаник от тонко-мелкозернистого до мелкозернистого с примесью среднезернистого, сортировка материала средняя до хорошей. Мелкая косая однонаправленная слоистость. Интенсивно нефтенасыщен. БДД – конусы выноса рек.

В дополнение к транслированной модели мы можем сказать, что максимальная «регрессия» соответствует дельтовому осадконакоплению, что иллюстрирует образец 1 (рис. 3).

Как известно, среди устьевых образований наибольший интерес представляют дельтовые отложения, поскольку именно с ними связано накопление наиболее мощных, сложно построенных песчано-глинистых отложений, которые могут служить резервуарами и крышками для крупных скоплений углеводородов.

Дельтовый комплекс отложений – это непосредственное продолжение отложений флювиальных потоков. А флювиальные толщи часто содержат мощные песчаные пласты с высококачественными коллекторами, которые вместе с тем характеризуются значительной внутренней неоднородностью и сложностью геологического строения. В связи с этим, освоение таких пластов во многих случаях связано с такими проблемами, как выявление зон резких литологических переходов и глинизации, преждевременная обводненность, извлекаемость запасов ниже прогнозируемой и др.

Снижение подобных рисков при освоении флювиальных объектов возможно за счет детального геологического изучения с применением современных технологий и методик геологического анализа и моделирования [1].

Литература

1. Пинус О.В., Пайразян К.В. Особенности геологического моделирования продуктивных пластов флювиального происхождения // Геология нефти и газа. – М., 2008. – №1. – С. 25-34.
2. Чернова О.С. Основы геологии нефти и газа: учебное пособие. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2008. – 372 с.

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ВЕКОВОГО ХОДА ТЕМПЕРАТУР ЗЕМНОЙ ПОВЕРХНОСТИ НА
ГЕНЕРАЦИЮ УГЛЕВОДОРОДОВ БАЖЕНОВСКОЙ СВИТОЙ В ЮГО-ЗАПАДНОЙ ЧАСТИ
НЮРОЛЬСКОЙ МЕГАВПАДИНЫ

Ю.Г. Останкова

Научный руководитель доцент Г.А. Лобова

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Многими учеными, начиная с 80-х годов прошлого века, для оценки степени катагенеза потенциально нефтематеринских пород применяется палеотемпературное моделирование (Ермаков, Скоробогатов, 1986; Галушкин, Смирнов, 1987; Курчиков, Ставицкий, 1987; Дучков и др., 1990; Кутас, Цвященко, 1993; Исаев, Волкова, 1995; Подгорный, Хуторский, 1998). Широкое распространение получили методы математического моделирования. Учитывая изменение во времени многочисленных параметров геотермополя, таких как нестационарность глубинного теплового потока и скорости осадконакопления, эти методы позволяют достаточно достоверно и точно рассчитывать температуры на любой момент геологического времени в любой точке разреза. Однако в работе [1] обращается внимание на необходимость учета палеоклиматических условий – векового хода температур поверхности Земли и особенно в связи с резким похолоданием в позднечетвертичное время, в том числе и на территории юга-востока Западно-Сибирской равнины.

Настоящая работа посвящена вопросу конкретной количественной оценке влияния палеоклимата на интенсивность генерации УВ баженовской нефтематеринской свитой в юго-западной части Нюрольской мегавпадины. Геотемпературное моделирование проведено по методике [2]. Метод реализуется компьютеризированной технологией геотемпературного моделирования [3] и идентификации нефтематеринских пород по геотемпературному критерию [4].

Оценка влияния векового хода температур земной поверхности [5, 6] на термическую историю баженовской свиты приводится для скважин Таловая 1 и Айсазская 1, расположенных в юго-западной части Нюрольской мегавпадины на одноименных локальных поднятиях. В таблице 1 приведены исходные данные.

Таблица 1

Характеристика разрезов скважин Таловая 1 и Айсазская 1

№ п/п	Характеристики	Таловая 1	Айсазская 1
1	Забой, м	2909	3204
2	Отложения на забое (свита)	Палеозой (PZ)	Палеозой (PZ)
3	Кровля баженовской свиты, м	2757	2700
4	Мощность баженовской свиты, м	24	37
5	Мощность меловых отложений, м	2053	1984
6	Мощность палеогеновых отложений, м	686	696
7	Мощность неогеновых + четвертичных отложений, м	18	20
9	Результаты испытаний (интервал, тип флюида, пластовая температура)	2802 м – нефть; 88°C 2784 м – нефтенасыщение; 88°C	2713 м – газ; 77°C 2635 м – нет притока; 74°C 2293 м – нет притока; 68°C 2156,5 м – вода; 67°C 862 м – вода; 31°C
10	Температура, рассчитанная по отражательной способности витринита (ОСВ)	2760 м – 92°C	2700 м – 96°C; 3150 м – 101°C

На первом этапе исследований температура на поверхности земли принималась постоянной, нулевой. В этом случае для согласования температур по ОСВ (табл. 1) и максимальных палеотемператур баженовской свиты (табл. 2) необходимо было бы принять размыв верхнепалеогеновых отложений. Однако такими геологическими данными на настоящее время мы не располагаем. Поэтому на втором этапе исследований палеотемпературное моделирование выполнено с учетом векового хода температур земной поверхности за последние 142 млн. лет. В этом случае максимальные палеотемпературы баженовской свиты в разрезе скважины 1 Таловая (97,4°C) вполне согласовались с палеотемпературами по ОСВ (92°C) и без включения в модель, как размыва верхнепалеогеновых отложений, так и нестационарности глубинного теплового потока.

В разрезе скважины 1 Айсазской максимальная палеотемпература баженовских отложений с учетом палеоклимата составила 89,3°C. Разность палеотемпературы по ОСВ и расчетной составила -6,7°C при допустимой разнице в 5°C. В этом случае, по-видимому, есть необходимость учитывать дополнительно как размыв верхнепалеогеновых отложений, так и нестационарность глубинного теплового потока. Однако в рамках настоящих исследований такая задача не ставилась.

Таблица 2

Геотемпературы баженовской свиты в разрезе скважин Таловая 1 и Айсазская 1

№ п/п	Время, млн. лет назад	Вековой ход температур на поверхность и земли, 0С	Скв. 1 Таловая				Скв. 1 Айсазская			
			Геотемпературы, °С							
			без учета палеоклимата	без учета похолодания с 245 тыс. лет назад	с учетом палеоклимата	с учетом палеоклимата + ОСВ	без учета палеоклимата	без учета похолодания с 245 тыс. лет назад	с учетом палеоклимата	с учетом палеоклимата + ОСВ
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	0	0	87,3	87,3	87,3	85,7	78,5	78,5	78,5	80,0
2	0,03	-4	87,3	87,4	86,0	84,5	78,5	78,5	75,0	78,9
3	0,07	-4	87,3	87,4	86,4	84,8	78,5	78,6	77,9	79,2
4	0,11	-4	87,3	87,6	86,9	85,4	78,5	78,7	78,5	79,8
5	0,19	-8	87,3	87,9	87,4	85,8	78,5	79,0	79,0	80,3
6	0,235	-10	87,3	88,1	88,4	86,8	78,5	79,3	79,8	81,2
7	0,245	0	87,3	88,1	89,8	88,1	78,5	79,3	81,0	82,3
8	0,5	2	87,3	89,1	90,7	89,1	78,5	80,2	81,9	83,2
9	1,64	3	87,2	89,4	91,3	89,6	78,4	80,7	82,4	83,8
10	3	3	87,2	90,4	91,9	90,4	78,4	81,4	83,1	84,5
11	5	4	87,2	91,4	92,9	91,4	78,4	80,0	84,2	85,5
12	10	7	87,1	93,7	95,4	93,8	78,3	84,9	86,6	87,8
13	15	10	86,8	95,9	97,6	96,0	78	87,4	88,9	90,2
14	20	7	86,7	93,5	95,1	93,5	77,9	84,6	86,3	87,6
15	24	4	86,6	91,0	92,6	91,1	77,7	82,0	83,7	85,0
16	30	8	81,2	89,1	90,6	89,1	73	80,8	82,4	83,7
17	35	13	77,6	90,6	92,1	90,7	70	82,9	84,5	85,6
18	37,6	20	76,8	95,9	97,4	95,9	68,7	87,8	89,3	90,4
19	40	20	75,7	95,7	97,0	95,7	67,6	87,4	88,9	90,0
20	45	21	73,5	93,9	95,3	93,9	65,4	85,6	87,1	88,1
21	50	21	71,3	92,0	93,4	92,0	63,2	83,9	87,9	86,4
22	54,8	20	69,3	89,7	90,9	89,6	61,4	81,5	82,9	83,9
23	61,7	20	68,7	87,6	88,8	87,6	60,3	79,7	81,0	82,0
24	73,2	20	62,2	81,3	82,4	81,3	55,1	74,0	75,2	76,2
25	89,8	20	57,5	77,3	78,5	77,4	51,5	71,2	72,4	73,3
26	91,6	20	55,0	75,0	76,1	75,1	49	69,0	70,1	71,0
27	98,2	21	47,4	68,6	69,4	68,6	42,5	63,7	64,4	65,2
28	114,1	21	29,6	50,7	51,2	50,7	26,8	47,9	48,5	49,0
29	116,3	20	29,3	50,3	50,9	50,3	25,4	46,5	47,0	47,4
30	120,2	20	28,7	49,7	50,2	49,7	24,7	45,6	46,2	46,6
31	142,2	22	3,7	25,7	25,8	25,7	3,4	25,4	25,4	25,5

Примечание: жирным шрифтом выделены температуры главной зоны нефтеобразования [4].

Анализ таблицы 2 позволяет сделать следующие выводы: 1) вековой ход температур земной поверхности оказал существенное влияние на термический режим (интенсивность генерации УВ) глубокопогруженных осадков баженовской свиты; 2) вековой ход температур земной поверхности необходимо учитывать при палеотемпературном моделировании; 3) резкое похолодание в позднечетвертичное время (0,25–0,03 млн. лет) понизило геотемпературы баженовской свиты, но не значительно; 4) при небольшой разнице температур между моделями с учетом похолодания и без него, трудно сказать о необходимости его учета при палеотемпературном моделировании.

Литература

1. Курчиков А.Р., Ставицкий Б.П. Геотермия нефтегазоносных областей Западной Сибири. – М: Недра, 1987. – 134 с.
2. Исаев В.И. Палеотемпературное моделирование осадочного разреза и нефтегазообразование // Тихоокеанская геология. – Владивосток, 2004. – Т. 23. – № 5. – С. 111–115.
3. Исаев В.И., Гуленок Р.Ю., Веселов О.В., Бычков А.В., Соловейчик Ю.Г., Рояк М.Э. Компьютерная технология комплексной оценки нефтегазового потенциала осадочных бассейнов // Геология нефти и газа. – М., 2002. – № 6. – С. 48–54.

4. Бурштейн Л.М., Жидкова Л.В., Конторович А.Э., Меленевский В.Н. Модель катагенеза органического вещества (на примере баженовской свиты) // Геология и геофизика. – М., 1997. – Т. 38. - № 6. – С. 1070-1078.
5. Ермаков В.И., Скоробогатов В.А. Тепловое поле и нефтегазоносность молодых плит СССР. – М.: Недра, 1986. – 222 с.
6. Шарбатян А.А. Экстремальные оценки в геотермии и геокриологии. – М.: Наука, 1974. – 123 с.

ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ И НЕФТЕГАЗОНОСНОСТЬ ВАХСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

И.В. Парубенко

Научный руководитель профессор В.Н. Устинова

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Вахское месторождение нефти открыто в 1965 г., введено в эксплуатацию в 1976 г. Месторождение приурочено к Александровскому своду. Продуктивными объектами Вахского месторождения являются тюменская (J_{1-2}^{tm}) и васюганская (J_3^{vs}) свиты с нефтегазоносными песчаными, алевролитовыми и угленосными осадками. Изучая строение залежи нефти и коллекторские свойства месторождения, необходимо обратить внимание на литолого-фациальное строение нефтегазоносной части разреза, также на фильтрационно-емкостные характеристики и нефтенасыщенность пластов, на положение ВНК по пластам в пределах месторождения. Нефтеносность на Вахском месторождении установлена в пластах $Ю^{1A}_1$, $Ю^{1B}_1$, $Ю^2_1$ и $Ю^3_1$ верхней юры (васюганская свита) и $Ю^1_2$, $Ю^2_2$, $Ю^1_3$, $Ю^2_3$, $Ю^3_3$ и $Ю^4_3$ средней юры (тюменская свита).

Основные черты геологического строения залежи нефти и газа определяются: приуроченностью залежи к так называемым ловушкам углеводородов, зонам выклинивания и тектонического экранирования; наличием в разрезе пород-коллекторов, способных вмещать скопления нефти и газа; а также перекрытием залежей непроницаемыми породами-покрышками; изменчивостью и другими факторами. Породы-коллекторы, зачастую, характеризуются отличным от вмещающих литолого-петрографическим составом пород, структурно-текстурными особенностями скелета породы, пористостью, проницаемостью и трещиноватостью, видом цементирующего вещества, механическими свойствами скелета и другим. Коллекторами на Вахском месторождении выступают в основном песчано-алевролитовые отложения, для которых характерна сравнительно высокая пористость, проницаемость, изменяющаяся в широком диапазоне и высокие коэффициенты нефтегазонасыщенности.

В связи с тем, что геологоразведочные работы проводились поэтапно на каждой структуре (Вахская, Северо-Вахская, Восточно-Вахская, Южно-Вахская и Кошильская), нефтяные залежи, открытые на них, получили названия, соответствующие упомянутым структурам. Причём в результате анализа изменения коллекторских свойств по площадям и разрезу выявлено, что относительно лучшими фильтрационно-емкостными свойствами (по ПГИ) характеризуются пласты $Ю^{1A}_1$ Восточно-Вахской, $Ю^{1B}_1$ – $Ю^2_1$ Вахской и $Ю^3_1$ – Восточно-Вахской площадей. И существенно ухудшены параметры пластов по Северо-Вахской и Кошильской площадям.

При изучении нефтеносности отмечаются нефтенасыщенные толщи на территории месторождения с диапазоном мощностей от 0,4 до 29,2 м, при этом максимальные значения достигаются в зонах слияния с пластом $Ю_1$.

Ввиду значительной изменчивости по площади толщин песчаных тел, коллекторских характеристик, выраженной неоднородности, в совокупности влияющих на распределение нефтеводонасыщенности в залежах, рассмотренного количества скважин далеко не достаточно для достоверного представления изменчивого и в целом наклоненного положения ВНК. Однако в целом по месторождению прослеживается ступенчатое погружение ВНК в северо-восточном направлении. Анализируя изменчивость положения ВНК по пластам в масштабах месторождения, следует отметить, что на фоне выраженного погружения поверхностей контактов в северо-восточном направлении в целом вырисовывается более высокое гипсометрическое положение по пластам $Ю^{1A}_1$ и $Ю^{1B}_1$ и наиболее низкое по пласту $Ю^2_1$ на Вахской и Восточно-Вахской площадях, на остальной части месторождения большее понижение – по пласту $Ю^3_1$.

На базе комплексного изучения промыслово-геофизического и кернового материала выделяются три типа литологического разреза:

В первую группу отнесены хорошо проницаемые песчаники, формирование которых связывается с фациями дельтовых проток и авандельты. Литологически они представлены песчаниками крупнозернистыми, однородными разномышными полимиктовыми, средне- и плохо отсортированными слабосцементированными глинистым и карбонатным цементом.

Ко второй группе отнесены низко проницаемые песчаники, сложенные мелко-среднезернистыми слабо глауконитовыми разностями с глинистым цементом.

Третий тип разреза характеризуется частым переслаиванием песчаников, алевролитов и аргиллитов, сформированных в наземной части дельтовой равнины. Аргиллиты плотные, крепкие, иногда битуминозные. Песчаники мелко- и среднезернистые, иногда с включениями кремнистых пород. Алевролиты темно-серые с включением углистого вещества.

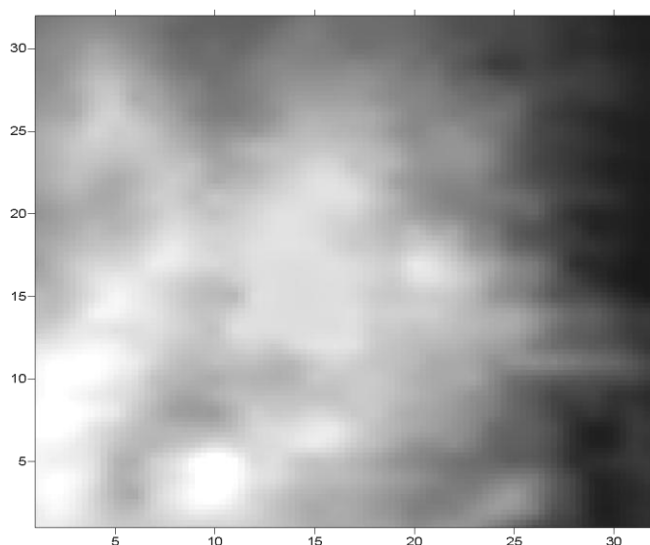


Рис. Теневое изображение структурной поверхности горизонта Ю₁ Вахского месторождения

Средний коэффициент расчлененности по залежам изменяется от 1,2 (Северо-Вахская) до 1,7 (Восточно-Вахская). В целом же непроницаемые прослои составляют небольшую долю объема резервуара, поэтому средние коэффициенты песчаности по залежам довольно высоки и составляют (таблица 1) от 0,86 (Восточно-Вахская) до 0,92 (Северо-Вахская).

Межугольная толща залегает между латерально выдержанными угольными пластами, в ее объеме выделяется песчаный пласт Ю^М₁, который в виде широкой полосы подковообразной формы прослеживается вдоль западного крыла и северной периклинали Вахской структуры и далее распространяется на юго-восточную часть Восточно-Вахской структуры.

Толщина песчаного тела пласта Ю^М₁ изменяется от 3 до 10 м, и он 2 зачастую сливается с нижележащим песчаным пластом Ю²₁, слияние с верхним (Ю¹₁) установлено только на юго-западной части площади.

Зоны развития песчаников относятся к фации палеорусел, остальные – к пойменной фации, они представлены переслаиванием песчаников, алевролитов с преобладающим объемом аргиллитов.

Коллекторы представлены темно-серыми среднезернистыми плотно сцементированными песчаниками с прослоями угля и серыми массивными мелкозернистыми алевролитами с карбонатным цементом.

Таблица 1
Статистические показатели характеристик неоднородности пластов горизонта Ю₁ Северо-Вахской площади

Пласт	Коэффициенты, доли ед.					
	Песчаности			Расчлененности		
	среднее значение	интервал изменения	коэффициент вариации	среднее значение	интервал изменения	коэффициент вариации
Ю ₁ ^{1А}	0,73	0,2 - 1	0,283	1,7	1 - 5	0,545
Ю ₁ ^{1Б}	0,92	0,5 - 1	0,163	1,2	1 - 3	0,43
Ю ₁ ^{1А-Б}	0,71	0,2 - 1	0,271	2	1 - 6	0,536
Ю ₁ ²	0,61	0,1 - 1	0,391	2,5	1 - 6	0,482
Ю ₁ ³	0,65	0,1 - 1	0,207	4,9	2 - 11	0,355
Ю ₁ ²⁺³	0,55	0,22 - 0,89	0,206	7,2	3 - 13	0,303

Литература

1. Нефтегазоносные комплексы Западно-Сибирского бассейна. – М.: Недра, 1988. – 303 с.
3. Природные ресурсы Томской области. – Новосибирск: Наука, 1991. – 176 с.
4. Сурков В.С. Тектоническое районирование Западно-Сибирской плиты. – М.: Недра, 1981. – 248 с.
5. Теоретические основы нефтегазовой гидрогеологии. – М.: Недра, 1992. – 208 с.
6. Миклуленко К.И. Особенности нефтегазоносности Западно-Сибирской плиты. – М.: Недра, 1975. – 315 с.

ГЕОХИМИЧЕСКИЕ КРИТЕРИИ ПРОГНОЗА НЕФТЕГАЗОНОСНОСТИ МЕЗОЗОЙСКИХ
ОТЛОЖЕНИЙ ЗАПАДНОЙ ЧАСТИ ЕНИСЕЙ-ХАТАНГСКОГО РЕГИОНАЛЬНОГО ПРОГИБА

А.П. Родченко

Научный руководитель старший научный сотрудник Н.С. Ким
Новосибирский государственный университет, г. Новосибирск, Россия

В связи с открытием в мезозойских отложениях Енисей-Хатангского регионального прогиба газонефтяных месторождений Ванкорское, Сузунское, Лодочное и Тагульское с крупными нефтяными залежами возникла необходимость в уточнения прогноза нефтегазоносности. Для этого современными геохимическими методами был изучен керновый материал из скважин, пробуренных за последние десятилетия.

В настоящей работе проводятся геохимические исследования органического вещества и битумоидов 31 образца кернового материала из скважин Нанадянская-310, Паютская-1 и Пеляткинская-15, расположенных в западной части Енисей-Хатангского регионального прогиба. В стратиграфическом диапазоне были изучены среднеюрские (вымская, леонтьевская и малышевская свиты) и среднеюрско-нижнемеловые (гольчихинская свита) отложения. Керновый материал был отобран сотрудниками Института нефтегазовой геологии и геофизики СО РАН им. А.А. Трофимука.

Для исследования образцов осадочных пород применялся следующий комплекс анализов: выявление количества органического вещества путем определения содержания в породе органического углерода ($C_{орг}$); пиролиз пород; экстракция битумоидов хлороформом и определение углеводородов-биомаркеров в их насыщенных фракциях.

Органический углерод определяли методом сжигания декарбонатизированной породы в токе кислорода на приборе АН-7529. Пиролитический анализ проводился в варианте «Rock-Eval» на приборе SourceRockAnalyzer (SRAnalyzer, HumbleInstruments). Содержание битумоидов в породах определялось путем холодной экстракции с использованием центрифугирования. Насыщенная фракция углеводородов битумоидов, выделенная путем жидкостной хроматографии, исследовалась методами газожидкостной хроматографии и хромато-масс-спектрометрии. Исследование алканов нормального и изопреноидного строения проводилось на хроматографе «Hewlett Packard 5890» с пламенно-ионизационным детектором. Анализ циклоалифатических углеводородов-биомаркеров осуществлялся на хроматографе «Hewlett Packard 5890»-масс-спектрометре MSD 5972A с компьютерной системой (ChemStation) регистрации и обработки информации HP G1034.

Концентрации органического углерода в изученной коллекции образцов вымской, леонтьевской, малышевской и гольчихинской свиты варьируют от 0,53 до 3,35% на породу (среднее значение 1,55%). Содержание органического углерода в изученных породах позволяет рассматривать эти свиты в качестве потенциально нефтегазоматеринских. Исключение составляют образцы гольчихинской свиты из скв. Паютская-1, в которых концентрации $C_{орг}$, равные 0,53 и 0,78% на породу, ниже кларкового значения для аргиллитов (0,90% на породу по классификации [1]).

По составу углеводородов-биомаркеров и значениям пиролитического параметра HI (водородный индекс) образцы разделились на две группы. Первая группа включает 3 образца гольчихинской свиты, отобранные из скв. Пеляткинская-15, с аквагенной природой липидов исходного органического вещества. Концентрации стеранов состава C_{27} , C_{28} , C_{29} в аквагенных битумоидах примерно равные ($C_{29}/C_{27} = 1,04-1,11$). Для образцов этой группы отмечается преобладание хейлантанов состава C_{21} , C_{23} . Значения трицикланового индекса $I_{mc} = 2(C_{19} + C_{20}) / (C_{23} + C_{24} + C_{25} + C_{26})$, предложенного А.Э. Конторовичем [2], меньше единицы и варьируют от 0,66 до 0,98, что характерно для органического вещества планктонно-бактериальной природы. Образцы первой группы отличаются повышенными значениями водородного индекса (среднее значение $HI = 228$ мг УВ/г $C_{орг}$), характерными для аквагенного органического вещества.

Органическое вещество второй группы связано с липидами высшей наземной растительности. Группа состоит из 28 образцов и представлена битумоидами всех изученных свит из скважин Нанадянская-310, Паютская-1 и Пеляткинская-15. В этой группе по концентрациям в ряду стеранов $C_{27}-C_{30}$ резко преобладают этилхолестаны (значения отношения C_{29}/C_{27} изменяются от 2,29 до 5,86), что характерно для битумоидов с террагенным типом органического вещества. Среди хейлантанов во всех битумоидах в максимальных концентрациях присутствуют углеводороды с длиной цепи $C_{19}-C_{21}$. Значения трицикланового индекса выше единицы (3,93-15,30). Образцы второй группы характеризуются низкими значениями пиролитического показателя $HI < 150$ мг УВ/г $C_{орг}$.

Для битумоидов гольчихинской свиты Пеляткинской площади (первая группа) среди n -алканов резко преобладают низкомолекулярные углеводороды состава C_{17} (значения отношения $n-C_{27}/n-C_{17} < 0,5$), что характерно для планктонно-водорослевого типа исходного органического вещества. Для образцов первой группы также свойственны высокие концентрации ациклических изопреноидов: пристан и нормальный алкан состава C_{17} присутствуют на одном уровне ($Pr/n-C_{17} = 0,84-0,98$).

Для второй группы характерно три вида распределения нормальных алканов. Как правило, в органическом веществе, исходным материалом которого была высшая наземная растительность континентальных отложений, преобладают n -алканы состава $n-C_{21}-n-C_{23}$. Подобным распределением характеризуется только один образец из скв. Нанадянская-310 малышевской свиты (3423 м). Остальные битумоиды террагенного типа характеризуются преобладанием n -алканов состава $C_{17}-C_{18}$ или широковершинным максимумом в области распределения n -алканов состава $C_{17}-C_{25}$. Такое противоречие может объясняться смешанным характером исходного органического вещества, чисто аквагенные разности без

террагенной примеси встречаются редко. Воздействие катагенеза на исходное террагенное органическое вещество также могло оказать влияние на смещение максимальных концентраций *n*-алканов в область более низкомолекулярных углеводородов [3].

Для определения степени катагенеза органического вещества был посчитан коэффициент нечетности в области нормальных алканов состава C_{24} – C_{34} , значения параметра, за исключением одного образца мальшевской свиты из скв. Пеляткинская-15, близки к единице (меньше 1,2), что указывает на катагенетическую зрелость органического вещества.

Установлено, что органическое вещество аквагенного и террагенного типов образовывалось в субокислительных фациальных условиях. В изученной коллекции битумоидов среди ациклических изопреноидов преобладает над фитаном (усредненное значение отношения *Pr/Ph* равно 2,54, при разбросе от 1,27 до 3,79). Концентрация гомогипана C_{35} ниже, чем гомогипана C_{34} (значения отношения C_{35}/C_{34} варьируют от 0,31 до 0,43). Характерны высокие концентрации диагопана C_{30} , источник которого продуцируется бактериями в осадках, содержащих глины и отлагающихся в окислительных и субокислительных условиях [6].

В изученных битумоидах были идентифицированы гопаны с необычной структурой диагопан состава C_{29} (17 α (H), 21 β (H) 30-нордиагопан) [4], гопан *hZ* ($C(14\alpha)$ -гомо-26-нор-17 α -гопан) [5] и *hY* с неизвестной структурой [7].

Катагенез органического вещества в исследуемых образцах, определенный по отражательной способности витринита R_{vit}^0 (данные А.Н. Фомина), изменяется от стадии МК₁² до стадии МК₃¹. По сопоставлению значений температуры максимального выхода углеводородов (T_{max}) и отражательной способности витринита определено, что глубине 3600 м ($T_{\text{max}}=458^\circ\text{C}$) соответствует начало главной зоны газообразования. Большинство изученных образцов, в том числе и с аквагенной природой исходного органического вещества, находятся в главной зоне нефтеобразования. Образцы леонтьевской свиты из скв. Паютская-1, образцы вымской и леонтьевской свит из скв. Пеляткинская-15 и часть образцов мальшевской свиты из скв. Нанадянская-310 находятся в главной зоне газообразования.

Для оценки степени катагенеза было использовано отношение трисноргопана (*Ts*) и триснорнеогопана (*Tm*), которое лучше остальных биомаркерных параметров по данной выборке образцов отражает катагенез органического вещества. Значение этого параметра увеличивается с глубиной (*Ts/Tm* изменяется от 3,0 до 7,5) и в начале главной зоны газообразования достигает 6,0. По соотношению *S* и *R* моретанов состава C_{32} только образцы леонтьевской свиты Паютской площади, характеризуются большей преобразованностью, значение этого показателя больше 1, тогда как в остальных образцах – от 0,10 до 0,91.

Таким образом, установлено, что все изученные свиты с террагенным составом исходного органического вещества, находящиеся в главной зоне газообразования, являются газоматеринскими и могли генерировать газообразные углеводороды. Гольчихинская свита в скв. Пеляткинская-15, с аквагенным типом исходного органического вещества, является потенциально нефтематеринской и могла генерировать жидкие углеводороды, так как зрелость органического вещества отвечает главной зоне нефтеобразования.

Необходимо отметить, что требуется дальнейшее проведение работ в этой области – расширение территории исследования, а также изучение проб нефтей из открытых к настоящему времени залежей углеводородов для проведения генетической корреляции между рассеянным органическим веществом и нефтями. Кроме того, дальнейший более подробный анализ гопановых углеводородов, таких как диагопан и гопаны *hZ* и *hY* состава C_{30} , поможет установить новые биомаркерные параметры, отражающие связь между количеством этих углеводородов в органическом веществе и степенью его зрелости и обстановками осадконакопления.

Литература

1. Вассоевич Н.В. Основные закономерности, характеризующие органическое вещество современных и ископаемых осадков // Природа органического вещества современных и ископаемых осадков. – М.: Наука, 1973. – С. 11–59.
2. Конторович А.Э., Бахтуров С.Ф., Башарин А.К. и др. Разновозрастные очаги нефтидообразования и нефтидоаккумуляции на Северо-Азиатском кратоне // Геология и геофизика. – Новосибирск, 1999. – Т. 40. – № 11. – С. 1676–1693.
3. Петров А.А. Углеводороды нефти. – М.: Наука, 1984. – 263 с.
4. Moldowan J.M., Fago F.J., Carlson R.M. et al. Rearranged hopanes in sediments and petroleum // Geochim. et. Cosmochim. Acta, 1991. – V. 55. – P. 3333–3353.
5. Nytoft H.P., Bojesen-Koefoed J.A. 17 α , 21 β (H)-hopanes: natural and synthetic // Organic Geochemistry, 2001. – V. 32. – P. 841–856.
6. Peters K.E., Walters C.C., Moldowan J.M. The biomarker guide. 2nd ed. New York, Cambridge University Press, 2005. – V. 2. – 1155 p.
7. Zhu Y., Hao F., Zou H. et al. Jurassic oils in the central Sichuan basin, southwest China: Unusual biomarker distribution and possible origin // Organic Geochemistry, 2007. – V. 38. – P. 1884–1896.

**ОСОБЕННОСТИ ГЕОЛОГИЧЕСКОГО СТРОЕНИЯ ЮРУБЧЕНО-ТОХОМСКОГО
МЕСТОРОЖДЕНИЯ****А.С. Сидубаев**Научный руководитель старший преподаватель Л.А. Марченкова
Самарский государственный технический университет, г. Самара, Россия

Юрубчено-Тохомское месторождение расположено в юго-западной части Средне-Сибирского плоскогорья в междуречье Ангары и Подкаменной Тунгуски, в бассейне левого притока последней – р. Камо.

Глубокое бурение на территории Юрубченского участка начато в 1981 году бурением Юрубченской параметрической скважины №1. В 1982 году поисковой скважиной №2, при совместном испытании открытым эксплуатационным забоем отложений оскобинской свиты венда и юрубченской толщи рифея получен приток газа дебитом 158 тыс. куб. м/сут. В октябре 1984 г в поисковой скважине Юр-5 при испытании открытым эксплуатационным забоем интервала 2285-2295 (-2040 – -2050) м получен приток нефти дебитом 284 м³/сут через штуцер диаметром 12 мм. [2]

Литолого-стратиграфический разрез Юрубченского месторождения представлен породами кристаллического фундамента, отложениями рифея, венда, кембрия и, в некоторых случаях, ордовика, а также четвертичной системы.

Наиболее древними осадочными образованиями, известными в пределах Юрубчено-Тохомской зоны нефтегазонакопления, являются терригенные породы зелендуконской толщи. Они представлены песчаниками калиево-полевошпатово-кварцевого состава. Вероятно, зелендуконскую толщу следует относить к переходному от кристаллического фундамента к осадочному чехлу этажу.

Юрубчено-Тохомское месторождение расположено в юго-западной части Сибирской платформы, в разрезе которой выделяется два структурных этажа: кристаллический фундамент и осадочный чехол. В свою очередь осадочный чехол платформы подразделяется на два структурных яруса: рифейский и венд-девонский, разделенных угловым несогласием.

Венд-девонский ярус на рассматриваемой территории представлен отложениями венд-кембрийского возраста [3].

Юрубчено-Тохомское месторождение расположено в центральной части Камовского мегасвода – положительной структуры I порядка в составе Байкитской гемиантеклизы. Камовский мегасвод ограничен изогипсой -2000 м кровли тэтэрской свиты и изогипсой –2400 предвендской эрозионной поверхности. На востоке его граница проводится по крупному региональному разлому, имеющему амплитуду смещения до 400 м. Положение данного разлома совпадает с границей Байкитской гемиантеклизы и Курейской синеклизы. Мегасвод имеет изометричную форму и вытянут в северо-западном направлении, его размеры 390x190 км.

По кровле тэтэрской свиты на рассматриваемой территории мегасвод осложнен положительной структурой второго порядка – Юрубчено-Тайгинским выступом, а по предвендской эрозионной поверхности – одноименным сводом того же порядка. Выступ выделяется по изогипсе -1850 м кровли тэтэрской свиты, а свод ограничивается изогипсой -2000 м предвендской эрозионной поверхности. Юрубчено-Тохомское месторождение расположено на юго-западном склоне выше упомянутых структур [1].

В пределах Юрубченского лицензионного участка отложения венд-девонского структурного яруса падают в юго-западном направлении, углы падения не превышают 1,5°.

Рифейский структурный ярус в юго-западной части Сибирской платформы представлен терригенно-карбонатными отложениями мощностью от 0 до 7 км. В рифейском структурном ярусе выделяются те же четыре надпорядковых элемента, что и для более молодых отложений, хотя их границы несколько смещаются. При выделении структурных элементов более низкого ранга районирование рифейского структурного яруса существенно отличается от районирования вышележащих отложений.

Согласно выполненным построениям Юрубчено-Тохомское месторождение расположено в пределах Вельминско-Деланинского мегасвода – положительной структуры первого порядка в составе Байкитской антеклизы. Мегасвод имеет неправильную форму. По подошве камовской серии он оконтуривается изогипсой -3600 м. На западе мегасвод ограничен выходами архейско-протерозойских образований Енисейского кряжа, а на юго-востоке – серией дизъюнктивных нарушений. Его северное замыкание предполагается за пределами рассматриваемой территории [1].

Юрубчено-Тохомское месторождение приурочено к юго-восточному склону Юрубчено-Куюмбинского свода, который осложняет мегасвод в ранге структурного элемента второго порядка. По подошве камовской серии свод ограничен изогипсой -2450 м и тремя дизъюнктивными нарушениями:

- нарушение северо-западного направления на юго-востоке свода, амплитуда которого изменяется от 1250 м (в районе скважины Юр-66) до постепенного затухания в северо-западном и юго-восточном направлении;
- субмеридиональное нарушение на западе свода амплитудой до 150 м;
- нарушение на севере свода, имеющее северо-восточное направление и амплитуду до 400 м.

В разрезе рифея выделяется 11 толщ (снизу-вверх): вздрэшевская, мадринская, юрубченская, долгоктинская, куюмбинская, копчерская, юктенская, рассолкинская, вингольдинская, токурская, ирэмэкэнская. Все они, объединены в камовскую серию, мощность которой свыше 4000 м [2].

Особое положение в разрезе занимают отложения палеокарста, сформировавшиеся в период предвендского перерыва в осадконакоплении и выполняющие карстовые полости и воронки в отложениях рифея. Отложения представлены преимущественно песчаниками с линзами и прослойками алевролитов, аргиллитов,

гравелитов и конгломератобрекчий, иногда “переслаивающихся” с рифейскими доломитами. По цвету, составу и структурно-текстурным признакам они аналогичны породам верхней части ванаварской свиты, но в отличие от них они, как правило, слабосцементированные, рыхлые, более пористые и проницаемые.

По размерам запасов Юрубчено-Тохомское месторождение относится к уникальным, по своему строению – к месторождениям очень сложного строения [1].

В пределах месторождения выделяют несколько залежей приуроченных к рифейским отложениям.

Юрубченская залежь, продуктивный горизонт Р1-2д. С юга залежь ограничена пересечением ВНК с эрозионной поверхностью рифея, являющейся кровлей для толщи коллекторов. Северо-западная граница связана с выходами на эрозионную поверхность древних глинистых отложений рифея, в центральной части северная граница залежи связана с тектоническим нарушением, по которому в северном (поднятом) блоке на эрозионную поверхность также выходят древние глинистые отложения рифея и фундамент.

На востоке граница проходит по линии выхода на эрозионную поверхность отложений глинистой пачки в долгоктинской толще.

Тип залежи антиклинально-стратиграфическая под несогласием, дизъюнктивно экранированная, пластовая. Коллектор трещинного, каверново-трещинного типа.

Усть-Чавичинская залежь, горизонт Р1-2д. Границы залежи связаны с выходами на эрозионную поверхность древних глинистых отложений рифея, с тектоническими нарушениями. На востоке граница проходит по линии выхода на эрозионную поверхность отложений глинистой пачки в долгоктинской толще.

Терская залежь (горизонт Р-11) Юрубчено-Тохомского месторождения, занимает очень небольшую часть участка на юго-востоке и востоке. Северная граница залежи проходит по линии выхода на эрозионную поверхность отложений глинистой токурской толщи, являющейся одним из наиболее молодых горизонтов рифея. Восточная граница залежи связана с выходом на эрозионную поверхность древних глинистых отложений рифея.

Усть-Камовская залежь (горизонт Р-10) Юрубчено-Тохомского месторождения приурочена исключительно к отложениям ирэмэкэнской толщи и отделена от остальных, как по разрезу, так и по латерали, аргиллитами токурской толщи. Часть этой залежи занимает северо-восточный угол Юрубченского участка. Восточная граница проведена по контуру ВНК и проходит за пределами Юрубченского участка. Кроме того, в скважине Юрубченская-110 из рифейских отложений был получен приток нефти из интервала, расположенного на абсолютных отметках существенно ниже принятого ВНК. Объект расположен в кровле вингольдинской толщи, непосредственно под аргиллитами токурской. Согласно имеющимся на сегодняшний день представлениям, данная скважина находится вблизи замка Мадринской котловины. Таким образом, природа ловушки, удерживающей данную залежь, не ясна. Нефть из данного объекта имеет плотность $0,925 \text{ г/см}^3$, что существенно выше этого значения для нефтей залежей, связанных с горизонтом Р-1.

Южно-Куюмбинская-I (горизонт Р-11) и Южно-Куюмбинская-II (горизонт Р-12) залежи Куюмбинского месторождения частично попадают на территорию участка. Залежи расположены на моноклиномальном склоне в зоне сочленения Камовского мегавала и Тычанского прогиба. Южная граница залежей проходит по линии выклинивания токурской толщи вдоль борта Мадринской котловины, а северная и западная по выходам на эрозионную поверхность отложений мадринской и вдрэшевской толщ на склоне Юрубченского куполовидного поднятия. На востоке залежи ограничены контуром ВНК.

Разделение Южно-Куюмбинских залежей связано с выходом на эрозионную поверхность глинистой копчерской толщи. [2]

Нефтегазовое насыщение залежей установлено в пределах сопредельного Куюмбинского участка.

Наличие газовых шапок в этих залежах в настоящее время доказано притоками газа (вернее перетоками), однако истинное положение ГНК не установлено. ГНК приняты условно по верхним перфорационным отверстиям верхних интервалов, давших притоки нефти. ВНК приняты по нижним перфорационным отверстиям интервалов, давших притоки нефти [3].

Таким образом, анализ геолого-геофизического материала позволяет выделить следующие особенности геологического строения Юрубчено-Тохомского месторождения:

- наличие отложений рифея мощностью свыше 4000 м.;
- наличие отложений палеокарста, сформировавшегося в период предвендского перерыва в осадконакоплении;
- сложное блоковое строение залежей нефти и газа, приуроченных к рифейским отложениям и осложненных серией дизъюнктивных нарушений.

Литература

1. Баранова М.И. Сдвиговая тектоника и нефтегазоносность Куюмбинского месторождения (Сибирская платформа). – Санкт-Петербург, ВНИГРИ, 2010.
2. Результаты геологоразведочных работ на Куюмбинском месторождении Юрубчено-Тохомской зоны. – Новосибирск, СНИИГГиМС, 2006.
3. Природные ресурсы Красноярского края. – Красноярск, 2011. – № 11

ОТЛОЖЕНИЯ УСОЛЬСКОЙ СВИТЫ И УСЛОВИЯ ИХ ОБРАЗОВАНИЯ В ПРЕДЕЛАХ
НЕПСКО-БОТУОБИНСКОЙ АНТЕКЛИЗЫ

И.Е. Сорокоумова

Научный руководитель доцент Н.М. Неволиков

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

С привлечением макро- и микроскопического петрографического анализа изучались особенности формирования отложений усольской свиты (нижний кембрий), развитой в пределах Непско-Ботуобинской антеклизы (Восточная Сибирь). По особенностям литологического состава в составе свиты выделено 2 горизонта: осинский-2 – $E_{1us}(os_2)$, представленный переслаиванием соленосных отложений (галит, гипс, ангидрит) и карбонатных пород, и осинский-1 – $E_{1us}(os_1)$ существенно карбонатного (доломиты, известковые доломиты) состава. По составу пород, их текстурно-структурным особенностям и генезису выделено и охарактеризовано 8 литотипов, сформированных в аридном климате в условиях соленых вод прибрежного шельфа и сильносоленых вод лагун, отшнурованных от моря и периодически осушаемых.

Осинский горизонт $E_{1us}(os)$ выделен в составе усольской (E_{1us}) свиты подсолевого венд-нижнекембрийского структурно-литологического комплекса, который является основным нефтегазопроисходящим объектом территории [1], что в значительной степени и определяет актуальность проведенных исследований.

В работе использованы результаты макроскопического описания керна скважин и детального петрографического анализа структурно-текстурных особенностей и вещественного состава пород. Условия осадконакопления (или обстановки) восстанавливались по комплексу генетических признаков с учетом закономерностей последовательной смены отложений по разрезу. Отложения усольской свиты разделяются на два горизонта: осинский-2 – $E_{1us}(os_2)$, выделенный в нижней части усольской свиты и сложенный доломит-сульфат-соляными породами, и несогласно перекрывающий его горизонт осинский-1 – $E_{1us}(os_1)$, имеющий преимущественно карбонатный состав.

В пределах основных генетических групп пород (хемогенных, биогенных и обломочных), встречающихся в разрезе осинского-1 и осинского-2 горизонтов, по особенностям литологического состава, текстурно-структурным характеристикам и условиям образования выделено 8 литотипов пород [2]: в хемогенной генетической группе – 4; в биогенной – 3 (в том числе 1 – в биогенно-хемогенной подгруппе); в обломочной – 1.

К хемогенной генетической группе относятся литотипы:

1) *ДСИ* – *сульфаты доломитизированные изолированных водоемов*, образуют волнистые прослои толщиной до 0,5–0,6 м, сложены голубовато-серым гипсом и ангидритом, содержат доломит в виде включений, затеков, кристаллических зерен и агрегатов. Образуются при интенсивном выпаривании и засолении изолированных морских водоемов в аридном жарком климате.

2) *ДСИ* – *доломиты с включениями сульфатов и соли изолированных водоемов*; подразделяются на 3 подтипа:

А) *ДСИ-1* – *доломиты сульфатные с солью изолированных водоемов с послойными пятнистыми, линзовидными скоплениями сульфатов (30–50 % породы), тонкой примесью соли, наличием тонкой горизонтальной, пологоволнистой и полого-наклонной слоистости*. Формируются в слабо сообщающихся с морем лагунах при низкой динамике и интенсивном выпаривании воды.

Б) *ДСИ-2* – *доломиты с сульфатами и солью изолированных водоемов, с неправильной волнистой слоистостью, с затеками сульфатов (10–30 % породы) и тонко рассеянным галитом*. Формируются в изолированных водоемах засушливого климата в пределах соленых периодически осушаемых лагун.

В) *ДСИ-3* – *доломиты с солью и сульфатами изолированных водоемов, тонкозернистые, однородные, горизонтально- и полого-волнисто-слоистые*. Соль развивается в матице породы, развиваясь между кристаллическими зернами доломита, наряду с солью отмечается присутствие рассеянных зерен ангидрита и скопления сульфатов (менее 10 % породы). Формируются в застойной или слабодинамичной среде аридных водоемов со стоячей водой.

1) *ДИИ* – *доломиты известковистые изолированных водоемов, разнозернистые, от тонко- до мелко-среднезернистых, равномерно-, пятнисто- и послойно раскристаллизованные, иногда стилолитовые, с единичными кристаллическими зернами сульфатов и тонкой примесью кальцита (до 15 %)*. Породы образованы химическим путем в изолированных водоемах при интенсивном испарении воды в аридном климате.

2) *ДСО* – *доломиты сульфатизированные зоны осушки, с включениями и тонкими кристаллами сульфатов, с трещинами синерезиса в сульфатах, с горизонтальными и вертикальными трещинами усыхания*. Формируются в надприливной зоне при уменьшении объема пород в результате высыхания или обезвоживания интенсивно испаряющихся осадков.

К биогенной генетической группе относятся литотипы:

1) *ДКП* – *доломиты комковатые прибрежной полосы моря, пятнистые, комковатые, комковато-сгустковые и сгустково-комковатые с тонкой волнистой «рябчатой» слоистостью*. Формируются в прибрежно-морской полосе в углубленных участках дна в зоне слабых волнений. В соответствии с размерами форменных образований и их соотношением выделено 3 подтипа.

А) *ДКП-1* – *доломиты пятнистые и пятнисто-комковатые, сложены неправильно-округлыми форменными образованиями: пятнами (диаметром > 2 мм) и комками (в диаметре 0,1–1 мм), состоящими из коллоидно-зернистого и тонкозернистого кальцит-доломитового агрегата и цементированными тонко-мелкозернистым доломитом*.

В) ДКП-2 – доломиты комковатые и сгустково-комковатые, сложены комками и сгустками (в диаметре <0,1 мм) из коллоидно-зернистого кальцита и доломита, пространство между которыми заполнено доломитовым цементом.

В) ДКП-3 – доломиты комковато-сгустковые и сгустковые, комки и сгустки которых сложены коллоидно-зернистым кальцитом и доломитом, а цемент имеет карбонатный состав.

1) ДВП – Доломиты водорослевые прибрежной полосы моря, с мелкими округло-уплощенными и крупными послойно распределенными остатками водорослей. Формируются в пределах прибрежно-морской полосы в зоне слабых волнений в участках морского дна со слабым углублением.

2) ДСП – Доломиты строматолитовые прибрежной полосы моря, волнисто-слоистые, часто с мелкими включениями сульфатов. Образуются в зоне волнения в пределах прибрежной полосы моря на возвышенных участках морского дна.

К обломочной генетической группе относится литотип ДОП – доломиты обломочные сульфатизированные приливной зоны, сложенные разноразмерными окатанными и неокатанными обломками (интракластами) доломитового состава, сцементированными доломитовым, доломит-глинистым и сульфат-доломитовым цементом. Пространство между крупными обломками заполнено мелким обломочным материалом и тонкоперетертым доломит-глинистым веществом. Формируются в полуизолированных лагунах при возрастании динамики воды и проникновении приливных морских вод в лагуну.

Осинский горизонт-2 имеет сложный литологический состав и представлен переслаиванием гипс-ангидрит-соленосных пород и доломитов. Вверх по разрезу он несогласно перекрывается отложениями осинского горизонта-1.

Распространенные в осинском-2 горизонте породы имеют преимущественно хемогенное происхождение и представлены сульфатами, доломитами и известковистыми доломитами литотипов СДИ (слои 3, 4, 5), ДСИ-1 (слои 3, 4, 5) и ДСИ-2 (слои 1, 3, 4, 5), ДИИ (слой 2), ДСО (слой 2), находящимися в тесном переслаивании друг с другом. В подчиненном количестве в разрезе присутствуют доломиты биогенной генетической группы: ДСП (слой 2), ДКП-3 (слой 5), ДКП-2 (слой 4).

Формирование отложений осуществлялось в пределах слабо сообщающихся с морем и периодически осушаемых лагун в солоновато-водной и соленой среде в слабо изменчивой гидродинамической обстановке (тонкие и мелкие типы слоистости). Преимущественно хемогенное осадконакопление, обилие сульфатов и галита свидетельствуют о том, что осаждение материала протекало в условиях аридного климата с высокой степенью испарения, а порой и с выходом осадков на поверхность (трещины усыхания).

Осинский горизонт-1 с размывом залегают на горизонте осинский-2. В целом горизонт имеет преимущественно карбонатный состав, в подошве и кровле его, наряду с карбонатами, развитие получили соленосные и сульфатные породы.

Типы доломитов в осинском-1 горизонте весьма разнообразны: в разрезе распространены литотипы преимущественно биогенной генетической группы: ДКП-1 (слои 2–8); ДКП-2 (слои 8 и 9); ДКП-3 (слой 9), ДВП (слой 12) и ДСП (слои 4, 5, 7, 9, 10, 15). Хемогенные разности доломитов распространены в нижней и верхней частях разреза: ДСИ-1 (слои 13, 15, 16, 18, 20, изредка слои 5, 8, 9, 10); ДСИ-2 (слой 18); ДСИ-3 (слои 1 и 14); ДИИ (слои 6, 10, 11, 14, 20); ДСО (слой 9), перемежаясь с литотипами обломочного генезиса – литотип ДОП (слои 1, 3, 15, 16, 17, 19). К кровельным участкам (слои 17, 21) приурочены и сульфатные прослои: литотип СДИ.

Накопление осадков осинского-1 горизонта осуществлялось в аридном климате и связано с лагунными и прибрежно-шельфовыми участками морского дна.

Коллекторы приурочены как к доломитам химического происхождения: литотипы ДСИ-2, ДСИ-3, ДИИ, ДСО, так и к карбонатным породам биогенной генетической группы: ДКП-1, ДКП-2, ДВП, ДСП. В подавляющем большинстве они относятся к поровому, каверново-поровому и порово-каверновому типам, реже распространены трещинные и каверново-трещинные коллекторы. Пустотно-поровое пространство в коллекторах связано с остаточными седиментогенными (внутриформенными и межформенными порами), диагенетическими и катагенетическими (межкристаллическими порами перекристаллизации), и эпигенетическими (кавернами и трещинами) пустотами.

Поровая, каверновая и трещинная составляющие емкости меняются по разрезу, что обуславливает неоднородность продуктивного горизонта.

Литература

1. Кузнецов В.Г., Постникова О.В. Особенности строения природного резервуара органогенных построек нижнего кембрия Непско-Ботубобинской антеклизы // Бюл. МОИП, отд. геол. – М., 1985. – Т.60. – №4. – С. 118-119.
2. Недоливко Н.М. Генетические признаки и условия образования отложений усольской свиты Непско-ботубобинской антеклизы // Изд-во ООО Экспозиция Нефть Газ, Республика Татарстан, 2012. – Нефть Газ – № 2 (20) – С. 30-33.

ВЫЯВЛЕНИЕ ГЕНЕЗИСА ОСАДКОВ ПО ДАННЫМ ГРАНУЛОМЕТРИЧЕСКОГО АНАЛИЗА ПОРОД ПЛАСТА Ю₁¹ ХВОЙНОГО НЕФТЯНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ (ТОМСКАЯ ОБЛАСТЬ)**Е.П. Татарнинова**

Научный руководитель ассистент Т.Г. Перевертайло

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Объектом исследования является продуктивный пласт Ю₁¹ Хвойного нефтяного месторождения. Разработка месторождения началось в 2005 году и имеет хорошие перспективы. В административном отношении Хвойное месторождение расположено в юго-восточной части Западной Сибири в Александровском районе Томской области. В тектоническом отношении месторождение приурочено к одноименной положительной структуре III порядка, расположенной на структурной террасе, осложняющей восточный склон тектонического элемента I порядка – Нижневартовского свода.

Задачей данного исследования являлось проведение детального гранулометрического и минералогического анализа по шлифам, изготовленным из образцов песчаных пород, отобранным из скважин № 19 и № 21.

Гранулометрический состав обломочных пород является одной из важнейших характеристик, которая изучается с различными целями: классификация обломочных пород; оценка песчано-алевритовых пород как коллекторов нефти и газа; выделение определенных размерных фракций для минералогического анализа; оценка структуры песков в качестве полезного ископаемого; выявление генезиса осадков при палеодинамических реконструкциях.

Гранулометрический анализ дает представление о количественном содержании частиц различной величины слагающих породу. Размер и характер частиц, их сортировка и другие структурные признаки зависят от условий формирования осадка и вместе с другими генетическими признаками помогают в определении фаций и восстановлении палеогеографических обстановок, что является чрезвычайно важным для выявления зон распространения коллекторов и флюидоупоров, а соответственно прогноза и поиска месторождений углеводородов.

Комплексный количественный гранулометрический и минералогический анализ в шлифах из песчано-алевролитовых пород проводился по методике О.А. Черникова, согласно которой шлиф пересекается рядом прямых линий, рассекающих плоские контуры микроэлементов породы на отрезки. Секущие линии проводились произвольно, но равномерно охватывая весь шлиф. Для получения объективных данных в составе песчано-алевритовых пород осуществлялись замеры 200 зерен. Измерение зерен осуществлялось с помощью микроскопа OLYMPUS CX41 с увеличением объектива 5^x. Микроскоп имеет широкие возможности за счет модульного построения комплекта микроскопа, системы цифрового фотодокументирования с программным обеспечением. Измерение зерен производилось по длинной оси (рис. 1).

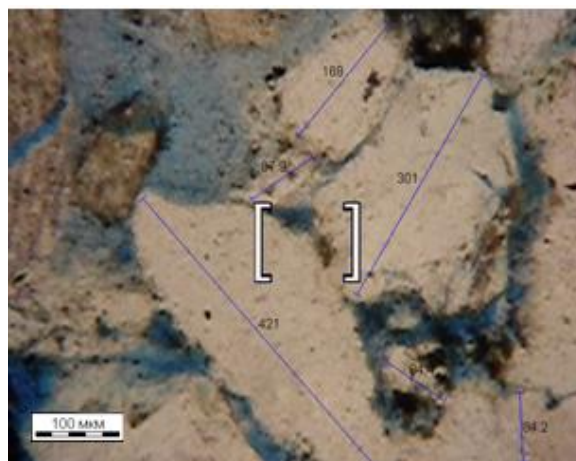


Рис. 1. Измерение размеров обломков под микроскопом (шлиф № 565, скважина № 21)

Полученные значения суммировались в гранулометрические классы по Л.Б. Рухину: 1-0,5 (крупнозернистые песчаники); 0,5-0,25 мм (среднезернистые песчаники); 0,25-0,1 мм (мелкозернистые песчаники); 0,1-0,05 мм (крупнозернистые алевриты); 0,05-0,25 мм (среднезернистые алевриты); 0,05-0,01 мм (мелкозернистые алевриты); <0,01 мм (глинистая фракция). По результатам проведенных исследований песчаники пласта Ю₁¹ преимущественно мелко- и среднемелкозернистые. Также присутствуют песчаники среднезернистые и иногда с высоким (до 10 %) содержанием крупнозернистых песчаных фракций.

Далее рассчитывались гранулометрические параметры, позволяющие установить динамические условия отложения песков: медианный (средний) диаметр, коэффициент сортировки, асимметрия и эксцесс. Для палеодинамических реконструкций использовались диаграммы Г.Ф. Рожкова и Л.Б. Рухина.

Динамогенетическая диаграмма Г.Ф. Рожкова «асимметрия-эксцесс», строится на принципе различной по интенсивности механической дифференциации песчано-алевритовых частиц в различных фациальных условиях. Параметры асимметрия и эксцесс характеризуют наиболее тонкие изменения эмпирических полигонов распределения, а следовательно, отражают и различные изменения в условиях седиментации. На диаграмме по оси абсцисс откладываются значения асимметрии, по оси ординат – значения эксцессов. Эталонная диаграмма имеет вид параболы с симметричными ветвями относительно оси ординат и разделяется на ряд генетических участков. Данные участки характеризуют различные режимы седиментации, указывают условия формирования осадков и скорости течения.

Фигуративные точки на диаграмме Г.Ф. Рожкова (рис. 2) в основном сконцентрированы в верхней и нижней правых четвертях прямоугольника (поле VII), что свидетельствует об эоловой переработке осадков и волновых процессах на мелководье (нейтральная полоса побережья). Некоторое смещение точек в поле V, связано с сильными вдольбереговыми течениями и накатом волн (прибрежная зона). Положительные значения асимметрии указывают на относительно высокий динамический уровень среды седиментации и большую степень отсортированности осадка, а слабоотрицательные и положительные значения эксцесса, соответствуют нестабильным условиям среды седиментации.

При построении генетической диаграммы Л.Б. Рухина по оси абсцисс откладываются значения коэффициента сортировки, а по оси ординат – средний размер зерен. В зависимости от того, в каком поле диаграммы преимущественно расположатся точки, делаются выводы об условиях отложения песков.

На генетической диаграмме точки распределились в пределах полей I и II (рис. 3). Это поля песков, отложенных в зоне течений и сильных колебательных движений воды (пески пляжа и прибрежной зоны).

По минералогическому составу породы относятся к полевошпат-кварцевым. Содержание кварцевых зерен в шлифах составляет от 39 до 49 %, полевых шпатов – 27-36 %, на долю обломков пород приходится 18-22%. Зерна кварца имеют изометричную форму с прямым, реже волнистым и мозаичным погасанием. Значительная часть зерен регенерирована, при этом кварц приобретает правильные кристаллографические грани и имеет угловатую форму. Полевые шпаты представлены плагиоклазами и калиевыми разновидностями. Наблюдаются полевые шпаты сложного состава, в них плагиоклазовая и калишпатовая составляющая образуют пертиты и антипертиты. Содержание обломков пород довольно постоянно по всему разрезу.

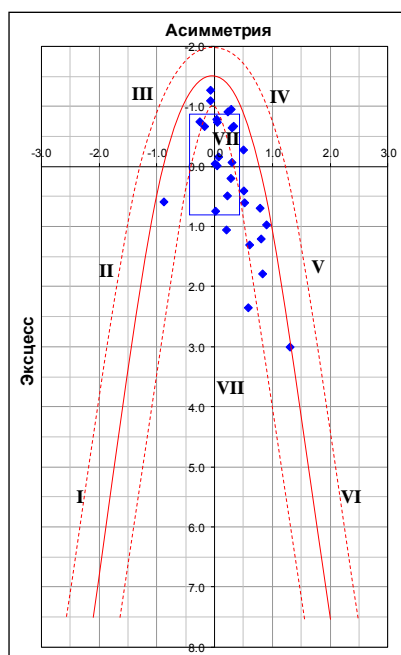


Рис. 2. Распределение точек-проб песчаников на диаграмме Г.Ф. Рожкова

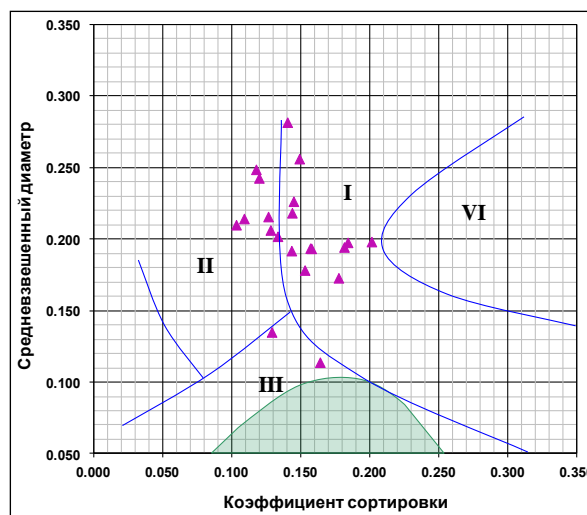


Рис. 3. Распределение точек-проб песчаников на диаграмме Л.Б. Рухина

Среди них преобладают эффузивы и слюдястые обломки. Песчаники пласта Ю₁¹ отличаются повышенным содержанием цементирующего вещества, что обусловлено присутствием карбонатного материала (кальцит, сидерит), составляющего в отдельных шлифах до 34% (базальный тип). Глинистый цемент сложен преимущественно поровым каолинитом (5-7%) микрослоистой структуры. Кроме того цементация обломков осуществляется слюдястыми агрегатами, гидрослюдой и пиритом, выполняющими роль пленочно-порового цемента.

Таким образом, по результатам проведенных исследований можно сделать вывод, что образование этих отложений происходило в прибрежно-морской обстановке с эоловой переработкой. Накопление песчаного материала осуществлялось в условиях высокой динамики среды седиментации, в которой происходило

осаждение мелко- и среднемелкозернистых песчаников. В результате сильных вдольбереговых течений и накатов волн зерна и обломки имеют хорошую сортировку и окатанность.

Литература

1. Гроссгейм В.А., Бескровная О.В., Геращенко И.Л., Окнова Н.С., Рожков Г.Ф. Методы палеонтологических реконструкций (при поисках нефти и газа) – Л.: Недра, 1984. – 271 с.
2. Рухин Л.Б. Основы литологии. – М.: Недра, 1969. – 779 с.
3. Черников О.А. Литологические исследования в нефтепромысловой геологии. – М.: Недра, 1981. – 237 с.

ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ПРЕДПОСЫЛКИ И ОБОСНОВАНИЕ ПОИСКОВО-ОЦЕНОЧНЫХ РАБОТ НА НЕФТЬ И ГАЗ В ДОЮРСКИХ ОТЛОЖЕНИЯХ ФУНДАМЕНТА НА ЮГО-ВОСТОЧНОМ СКЛОНЕ СРЕДНЕВАСЮГАНСКОГО МЕГАВАЛА

А.В. Тельнова

Научный руководитель доцент Т.А. Гайдукова

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Нефтегазоносность юго-востока Западно-Сибирской плиты долгое время связывалась только с мезозойскими отложениями, в них были выявлены и разведаны многочисленные месторождения нефти. Однако в целом потенциальные ресурсы мезозойского комплекса, как сейчас установлено, относительно невелики. Промышленная нефтегазоносность палеозойских отложений впервые установлена в скв. 6 на Медведевской площади Советского месторождения в 1963 г. Но сложность геологического строения и отсутствие технологий бурения на глубокие горизонты долго сдерживали геологоразведочные работы на новый доюрский нефтегазоносный комплекс на данной территории.

Современные данные палеогеографических, палеотектонических, геофизических исследований и результаты бурения разведочных скважин позволяют выделить наиболее перспективные районы для поисков нефти и газа в отложениях фундамента. Такими районами в нашем регионе являются Нюрольская впадина, Нижнеартовский свод и Среднеvasюганский мегавал.

Среднеvasюганский мегавал приурочен к южной части Обь-Васюганской гряды и представляет собой положительную структуру I порядка северо-северо-восточного простирания с размерами 150 на 80 км и амплитудой 300 м (выступ фундамента) по отражающему горизонту Φ_2 (подошва осадочного чехла). Структурно-геологическими границами Среднеvasюганского мегавала служат: на юге и юго-западе – Нюрольская впадина, на северо-западе – Колтогорский мегапрогиб, на северо-востоке и востоке – Усть-Тымская мегавпадина. На севере Среднеvasюганский мегавал отделяется от Александровского мегавала разломом и Полонской мегаседловиной, на юго-востоке – Шингинской мегаседловиной от Пудинского мегавала.

Целью данной работы является выделение перспективных объектов в породах верхнего палеозоя и коры выветривания доюрского фундамента на глубине от 2500 до 3500 м, в пределах территории расположения площадей юго-восточного склона Среднеvasюганского мегавала, таких как: Речная, Верхне-Салатская, Южно-Мылдзинская, Фестивальная, Северо-Фестивальная, Средняя, Шингинская.

Мелководный морской режим осадконакопления способствовал накоплению на этой территории в верхнепалеозойское время мощной толщи карбонатных пород: органогенных и доломитизированных известняков, доломитов, а также образованию множества рифогенных построек.

Проявившийся позже, в триасе, континентальный рифтогенез привел к образованию грабен, сформированных на поверхности палеозойского фундамента, которые были заполнены впоследствии продуктами вулканической деятельности: лавами, эффузивами основного и кислого составов, интрузивно-трещинными излияниями долеритов и базальтов [3].

В литологическом отношении верхняя часть фундамента данной территории сложена средне-верхнедевонскими известняками и их органогенными и доломитизированными разностями, а также нижнекаменноугольными известняками с фауной фораминифер.

Триасовая система представлена толщами миндалекаменных базальтов с прослоями туфопесчаников, алевролитов и аргиллитов нижнего-среднего триаса (трапповая формация).

С угловым и стратиграфическим несогласием породы фундамента и триасового комплекса перекрыты отложениями юры, сложенными песчаниками, алевролитами и аргиллитами толщиной до 600 м, мела – толщиной более 2000 м и палеоген-неогена – толщиной до 800 и более м [3].

Толщи карбонатных пород образуют значительное поле в фундаменте, ориентированное в северо-западном направлении. Первичные коллекторы в карбонатных породах относятся к низкопоровым, но влияние гидротермальных процессов (выщелачивание, растворение, замещение) способствовало образованию в них пустот различной формы и величины, вплоть до образования карстовых полостей. К тому же в результате триасового рифтогенеза и соответственно мощных тектонических движений карбонатные породы приобретают характер трещинных коллекторов. Таким образом, по карбонатным породам формируются, в основном, трещинный, трещинно-каверновый и каверновый типы коллекторов. Такими же типами коллекторов обладает кора выветривания карбонатных пород, образовавшаяся в начале платформенного этапа во время длительного континентального перерыва в поздней перми-раннем триасе. Мощность коры выветривания на изучаемой территории достигает от нескольких метров до 60-80 м, иногда более 130 м (Кыкинская площадь) [3].

По условиям нефтегазонакопления комплекс карбонатных пород верхнего палеозоя благоприятен для сохранения залежей углеводородов, поскольку имеет надежную покрывку из аргиллитов и алевролитов нижних горизонтов юры (рис. 1).

Благоприятными для формирования трещиноватых и кавернозных пород являются зоны тектонических нарушений. Дюплатформенный этаж Средневазюганского мегавала разбит многочисленными разломами различных направлений и простираения. В нефтегазонаосном отношении разломы интересны тем, что они могут служить путями миграции углеводородов и создают зоны повышенной трещиноватости пород, а также могут служить экранами для залежей углеводородов.

Наиболее молодыми и активными являются разломы юго-западного простираения, обусловленные раннетриасовым рифтогенезом, в результате которого произошло интенсивное дробление палеозойского складчатого фундамента. Следует отметить, что в скважинах на Южно-Мыльджинском, Речном, Фестивальном месторождениях обнаружены нефтепроявления в породах фундамента, приуроченных к зонам разломов.

Пути миграции для формирования залежей нефти и газа в отложениях коры выветривания могут быть как из отложений юры, так и из отложений доюрского фундамента. В трещиноватую зону палеозойских отложений нефть и газ, по-видимому, поступали со стороны структур Нюрольской впадины, из базальных горизонтов платформенного чехла. При этом углеводородные соединения могут быть как мезозойскими, так и палеозойскими, что увеличивает вероятность нефтегазонакопления в доюрских толщах юго-восточного склона Средневазюганского мегавала. Возможно, что углеводородные соединения по разломам в фундаменте проникают в его кровлю, а также в базальные горизонты платформенного чехла. Из-за скудности данных по палеозойской нефти этот вопрос пока не может быть решен однозначно. Стоит отметить отдельные факты по Фестивальному месторождению. Палеозойская нефть отличается лёгкостью, имеет уд. вес – 0,7965 г/см³, содержание смол и асфальтенов – 0,5%, парафина – 6,4%, более низким содержанием бензиновых фракций – 29%, что указывает на более длительные миграционные процессы нефти, полученной из отложений коры выветривания. В отложениях доюрского фундамента, в более глубоких его горизонтах возможны крупные углеводородные скопления, приуроченные к антиклинальным структурам палеозоя [1].

Нефть пласта «М» характеризуется исключительной неоднородностью. Она представляет собой, скорее всего, смесь из палеозойских и мезозойских нефтей [1].

В заключении следует отметить, что если в XX веке основными объектами поиска, разведки и добычи УВ в юго-восточной части Западной Сибири (Томская область) были верхнеюрские и нижнемеловые отложения, то в XXI веке свои усилия необходимо направить на более глубокие горизонты палеозоя. Новые масштабные открытия на большой глубине возможны в породах фундамента, представленных как эффузивными породами, так и карбонатными рифтогенными постройками, способными вмещать большие скопления углеводородов и давать высокие дебиты нефти и газа при разработке этих залежей.

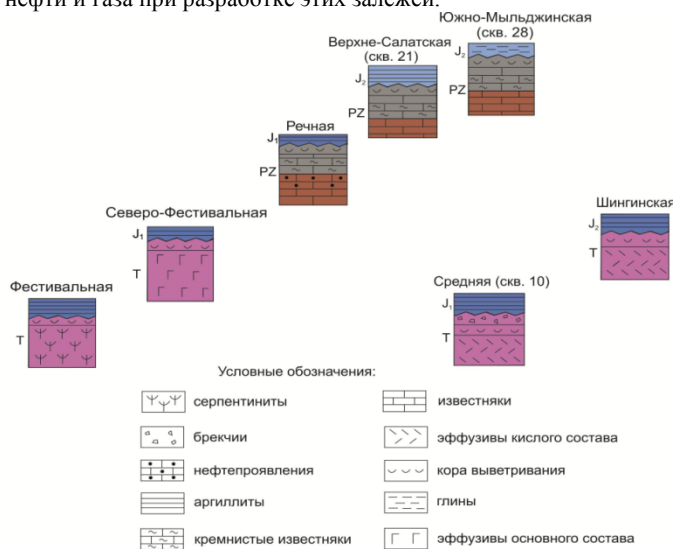


Рис. 1. Схема изменения литологического состава кровли доюрского фундамента юго-восточного склона Средневазюганского мегавала

Литература

1. Гончаров И.В. Геохимия нефтей Западной Сибири. – М.: Недра, 1987. – С. 181.
2. Кинг Р.Е. Стратиграфические и литологические залежи нефти и газа. – М.: Недра, 1975. – С. 472.
3. Смирнов Л.В. Выяснение перспектив нефтегазонаосности зон дезинтеграции карбонатных образований доюрского фундамента центральной и южной частей Западной Сибири с целью ориентировки поисковых и разведочных работ. – Томск, 2002. – С. 99.
4. Сулейманов З.С. Геологические результаты работ за 1991 г. Васюганской нефтегазоразведочной экспедиции. – Средний Васюган, 1992. – С. 69.
5. Сизиков И.А. Геологические результаты работ ЗАО «Томская нефть» за 2004 год. – Томск, 2005. – С. 114.

ПОСТРОЕНИЕ ПРОГНОЗНОЙ ГИДРОДИНАМИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ПЛАСТА АЧ₅
ЯМБУРГСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ (ЗАПАДНАЯ СИБИРЬ)

К.А. Хасанова

Научный руководитель профессор В.П. Алексеев

Уральский государственный горный университет, г. Екатеринбург, Россия

Современные условия разработки нефтяных и газовых скважин требуют дополнительных исследований, аналитических и инженерных работ при составлении проекта разработки месторождения. Одной из основных задач является установление связи гидродинамических параметров объекта. В данной работе рассмотрена методика построения объемной гидродинамической модели при помощи расчета параметра гидравлической единицы потока (FZI) на примере пласта АЧ₅ Ямбургского газоконденсатного месторождения.

В качестве исходной информации взяты данные геофизических исследований скважин (ГИС), а также данные фильтрационно-емкостных свойств (ФЕС), полученные при геолого-технологических исследованиях (ГТИ). Для определения достоверности данных по ядерно-магнитному каротажу (ЯМК) произведено сравнение с лабораторными исследованиями (рис. 1). В результате чего определена возможность использования данных фильтрационно-емкостных свойств по геофизическим методам, в частности по ЯМК.

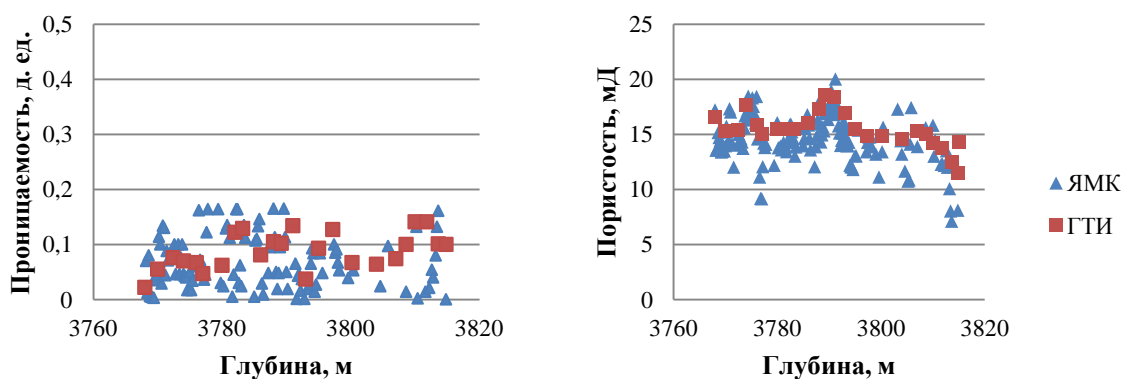


Рис. 1. Сравнение фильтрационно-емкостных свойств полученных путем ядерно-магнитного каротажа (ЯМК) и геолого-технологических исследований (ГТИ)

Гидравлическая единица коллектора (потока) определяется как «представительный элементарный объем породы, внутри которого геологические и петрофизические свойства, влияющие на течение жидкости, взаимно согласованы и предсказуемо отличны от свойств других пород» [1]. Помимо петрофизических параметров гидравлические единицы отражают пространственные характеристики, подчеркивая литологическую и фаціальную неоднородность коллектора. Однако следует учитывать, что один и тот же тип коллектора может образовываться в различных фаціальных обстановках и наоборот, как правило, в пределах одной фации присутствует несколько гидравлических единиц потока. Возможность гидравлических единиц потока НУ характеризовать неоднородность ФЕС резервуара в пространстве позволяет выбрать ее в качестве базового элемента при построении математической модели коллектора. Выделение гидравлической единицы потока базируется на расчете параметра индикатора гидравлической единицы Flow zone indicator FZI по пористости и проницаемости, где ϕ – пористость (porosity, в долях единицы); k – проницаемость (permeability, в мД) [3, 4].

$$FZI = \frac{0,0314 \sqrt{\frac{k}{\phi}}}{\frac{\phi}{1-\phi}}$$

Далее по 8 скважинам Ямбургского месторождения Выделены группы коллекторов с близкими характеристиками порового пространства. Для исследуемого месторождения рассчитаны величины гидравлических единиц коллектора (потока). Определены диапазоны, которые характеризуются близкими значениями FZI (табл.).

Таблица

Выделение типов коллекторов

Гранулометрический состав	Гидравлическая единица потока (FZI)			Тип коллектора (НУ)
	min	max	средний	
Мелко-тонкозернистый песчаник	1,10	1,64	0,55	3
Тонкозернистый песчаник, мелкозернистый алевролит	0,53	1,10	0,35	2
Мелкозернистый алевролит	0,01	0,53	0,14	1

Для построения модели в межскважинном пространстве производится выделение совокупности классов коллектора, формируются диапазоны распределения гидравлических единиц потока. На основе параметра FZI строится прогнозная гидродинамическая модель (рис. 2).

Таким образом, возможно использование фильтрационно-емкостных данных полученных путем геофизического исследования скважин. Важно отметить, что данные ГИС должны быть откорректированы, путем отбраковки экстремальных значений. При этом не умаляется значимость лабораторных исследований ФЕС, так как необходима возможность верификации полученной информации. Кроме того, помимо ядерно-магнитного каротажа могут быть использованные другие методы ГИС.

Также при помощи выделения параметра FZI на основании геофизических данных возможно выделение класса коллектора на участках, не охарактеризованных керном или с малым выносом керна.

Построенная прогнозная модель позволяет решить вопросы корректировки геологической модели по гидродинамическим параметрам. Важно отметить, что полученная модель должна дополняться (корректироваться) данными сейсморазведки, а также литолого-фациальными исследованиями для более достоверного и адекватного отображения петрофизической модели.

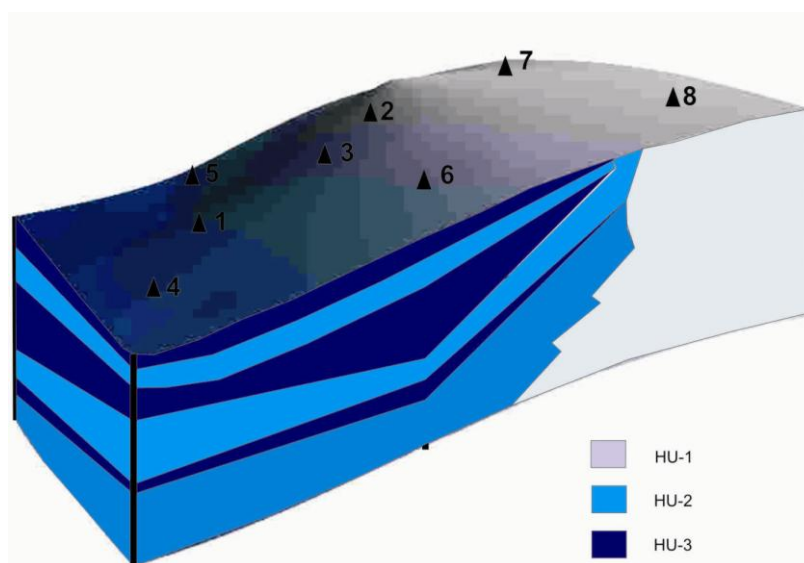


Рис. 2. Объемная гидродинамическая модель пласта Ач, Ямбургского месторождения

Литература

1. Мангазеев В.П., Белозеров В.Б. Методика отображения в цифровой геологической модели литолого-фациальных особенностей терригенного коллектора // Нефтяное хозяйство. – М., 2006. – №5. – С. 66-70.
2. Amaefule J.O., Altunbay M., Tiab D., Kersey D.G. and Keelan D.K. Enhanced Reservoir Description: Using Core and Log Data to Identify Hydraulic (Flow) Units and Predict Permeability in Uncored Intervals/Wells / SPE Paper 26436, presented at the 68th SPE Annual Technical Conference and Exhibition, Houston, Texas, October 3-6, 1993.
3. Basoi R.E., Shanin N., Dawood S.E. Reservoir rock typing from crest to flank is there a link // SPE paper 117728, presented at the 2008 Abu Dhabi International Petroleum Exhibition and Conference. November 3-6, 2008. UAE, Abu Dhabi, 2008. – 22 p.
4. Kaseem A.L., Mike O.O. A robust Approach to flow unit zonation // SPE paper 98830, presented at the 29th Annual SPE International Technical Conference and Exhibition in Abuja. August 1-3, 2005. – Nigeria, Abuja, 2005. – 15 p.

НОВЫЙ ПУТЬ УСКОРЕННОГО ВОСПРОИЗВОДСТВА ЗАПАСОВ НЕФТИ И ГАЗА

Е.В. Храмова

Научный руководитель доцент В.Н. Ростовцев

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Как государство богатеет,
И чем живет, и почему
Не нужно золота ему,
Когда простой продукт имеет
А.С. Пушкин.

Основным простым продуктом России, за счет которого она преодолевает кризисы последних лет, и в той или иной степени стабилизирует экономическую и политическую обстановку, является нефть и газ. Тем не менее, как утверждает Ф. И Тютчев «Умом Россию не понять» и поэтому, очевидно, государство отказалось от поисково-разведочных работ, переложив решение этой задачи на недропользователей, оставив за собой проведение, в основном, региональные геологоразведочные работы. Однако недропользователи с такой задачей не могут справиться, в связи с тем, что работают на лицензионных территориально ограниченных участках и главной их целью является получение прибыли от эксплуатации, как правило ранее открытых месторождений. В стране располагающей с колоссальными потенциальными запасами нефти и газа, огромными слабо изученными и неизученными территориями, за последние 20 лет практически не открыто ни одного месторождения нефти и газа, хотя бы в первом приближении сопоставимого с Самотлорским нефтяным и Уренгойским газоконденсатным месторождениями. По мнению ведущих ученых Сибири Брехунцова А.М. и Нестерова И.И. сложилось тревожная обстановка с воспроизводством запасов нефти и газа [1]. Их мнение поддерживают и многие другие ученые, которые в своих публикациях и выступлениях подчеркивают, что причинами такой ситуации стало резкое сокращение поисково-разведочных работ, определенный кризис в теоретических основах поиска, отсутствие инновационных технологий и консервативность взглядов. Преодолеть кризис, в ускоренном воспроизводстве запасов нефти и газа в короткие сроки возможно только за счет открытия крупных, по величине запасов месторождений. Решить эту задачу традиционными методами невозможно, так как это требует огромных финансовых средств и главного времени, которых в данный момент у России нет. Конечно, для решения этих задач можно привлечь Китайскую сторону, которая готова предоставлять кредиты для поисков нефти в Восточной Сибири и на Дальнем Востоке. Это приведет к усилению сырьевой направленности экспорта, что противоречит интересам России, которая взяла курс на более глубокую переработку углеводородного сырья внутри страны, а так же на увеличение доли экспорта нефтепродуктов отвечающих европейским стандартам. Учитывая все перечисленные обстоятельства ученые Томского Политехнического Университета, в последние десятилетия, разработали инновационную технологию квантово-оптической фильтрации космических снимков, позволяющую в любой точке мира выявлять границы прогнозируемых месторождений и фиксировать распределения плотности запасов в их пределах. Технология заключается в том, что месторождения нефти и газа под воздействием термобарических, гравитационных и многих других факторов, генерируют специфический электромагнитный сигнал с уникальной амплитудно-частотной характеристикой. Этот сигнал модулирует солнечный свет и фиксируется на космическом снимке. Обработав его по определенной технологии, с помощью лазерного луча, появляется возможность выявлять границы прогнозируемых территорий. Первоначально эта технология прошла апробацию на хорошо изученных месторождениях Томской, Иркутской областях, Красноярского края, Хакасии, на шельфе Вьетнама, Афганистана,- везде были получены положительные результаты. После проверки данной технологии были начаты поисковые работы, в основном в слабо изученных районах Томской и Омской областей, Красноярском крае, в районах Тимано-Печорской нефтегазоносной провинции, Хабаровском крае, Ливане и Сирии. На этих территориях выявлены границы многочисленных прогнозируемых месторождений. На севере Омской области, кроме ранее открытых глубоким бурением месторождений, таких как Гевризское, Ян-Яхское, Баклянское, Западно-Крапивинское, отчетливо прослеживались границы ранее не известных 13 прогнозируемых месторождений. На юге Омской области в непосредственной близости от города Омск выделяются 3 крупные зоны нефтегазоаккумуляции. На юге Томской области, включая часть территории правобережья, прогнозируется, по данным этой технологии не менее 8 месторождений углеводородов. В пределах прогнозируемых месторождений, где проводилось глубокое бурение, в Красноярском крае открыто Камовское нефтяное, Берямбинское, Абаканское газоконденсатные месторождения. В Томской области поисковая скважина, пробуренная в зоне слияния рек Обь и Томь, земли которых более 50 лет считались бесперспективными, вскрыла 8 перспективных объектов. По имеющимся данным наиболее крупным, по величине запасов, месторождения могут быть открыты в пределах Тимано-Печорской нефтегазоносной провинции, в зоне деятельности НК «Лукойл». Уникальные результаты получены по Дальнему Востоку, где в непосредственной близости от города Комсомольск-на-Амуре, прогнозируется 3 месторождения углеводородов, площадью до 300 км², а в Хабаровском крае около 13 месторождений. Развертывания широкомасштабных поисково-разведочных работ, в пределах выявленных перспективных участков, могут в кратчайшие сроки существенно изменить экономику Дальнего Востока. Использование этой технологии открывает новый путь к воспроизводству запасов нефти и газа. Данная технология обладает экспрессностью, экологичностью и высокой рентабельностью.

Литература

1. Брехунцов А.М., Нестеров И.И. Нефть битуминозных глинистых, кремнисто-глинистых и карбонатно-кремнисто-глинистых пород // Горные ведомости. – М., 2011. – № 6. – С. 30-61.

извлечение при эксплуатации. К сожалению, свойства этих минералов резко снижаются в щелочных условиях ($\text{PH} > 8,5$). Щелочность глинистого бурового раствора облекает гидрофильной плёнкой кристаллы нанокаолинита, нанодиккита, закупоривая поры и трещинки пород пласта, и сдерживает извлечение из них нефти. При испытании продуктивных пластов иногда получают фильтрат бурового раствора с пленкой нефти. В этих случаях можно считать, что приток нефти из пласта подавлен щелочной составляющей глинистого раствора. В связи с этим при эксплуатации продуктивных пластов необходимо отслеживать поступление в буровой раствор химических реагентов [1].

На Сургутском месторождении запасы нефти приурочены к продуктивными горизонтами BC_{10-11} , ЮС_1 и ЮС_2 (берриас-валанжинского яруса нижнего мела) В разработке на текущий момент находятся первые два горизонта. При бурении на данном месторождении существуют два способа приготовления буровых глинистых растворов. Первый заключается в использовании выбуриваемых глинистых пород. В качестве исходного бурового раствора применяют воду, водно-щелочные растворы и водные растворы химических реагентов. По мере накопления в буровом растворе глинистых частиц образующийся раствор обрабатывают жидкими или растворенными в воде химическими реагентами.

Второй способ заключается в приготовлении бурового глинистого раствора из привозных глин или глинопоорошков с помощью специального оборудования. Приготовление буровых растворов осуществляется в механических и гидравлических мешалках.

В зависимости от геолого-технических условий бурения, к показателям буровых растворов предъявляются различные требования, предусмотренные геолого-техническим нарядом. Для оценки показателей используются доступные общепринятые методики и стандартные приборы. Определен комплекс показателей, которые необходимо измерять, при бурении любых скважин, бурении в осложненных условиях необходимы дополнительные специальные измерения.

Основным способом, для приготовления бурового глинистого раствора, является второй способ. В процессе бурения состав первоначального глинистого раствора корректируют для эффективности проходки и для улучшения условий бурения, а так же для поддержания раствора в рамках установленного регламента на основании геолого-технического наряда. В качестве различных добавок служат: глина, структурообразователь (Poly Kem D), нитрилометилефосфатная кислота (НТФ), каустическая сода, соль (NaCl), водорастворимые полимеры, гидроизолированный полиакронитрил (Гепан), кальцит хлористый, барит и смазочные добавки (Биолуб).

Говоря об улучшении фильтрационно-емкостных свойств, за счёт поддержания не щелочной среды, мы наблюдаем, что на этом месторождении используя ряд химических компонентов, среда может оказаться щелочной, что приведет к элементарной схеме разрушения глинистых минералов на кремнезём (SiO_2) и глинозём (Al_2O_3), которые, в свою очередь, заполняют поры и трещины пород пласта и, тем самым, снижают фильтрационно-емкостные свойства. А как следствие данной реакции может произойти осложнение процесса бурения, что повлечет технологические издержки. Данная технология приготовления глинистого бурового раствора, с использованием щелочных компонентов, не единичный случай, она нашла широкое применение во многих нефтедобывающих компаниях. Предотвратить последствия вступления в реакцию щелочной среды и глинистого раствора, можно только с использованием рациональной технологией бурения и закачкой CO_2 в пласт.

Литература

1. Роль глинистых растворов наноминералов при поисках и разведке месторождений углеводородов./З.Я. Сердюк, И.Ю. Вильковская, В.С. Жужель, Л.И. Зубарева, Л.И. Исакова, Е.А. Предтеченская, С.Н. Смолин. – М., 2010. – С. 235-240.
2. Муслимов Р.Х., Изотопов В.Г., Ситдикова Л.М., Литолого-технологическое картирование нефтяных залежей-основа выбора стратегий на пласт с целью оптимизации коэффициента извлечения нефти. // Труды 12 Европейского симпозиума «Повышение нефтеотдачи пластов. Освоение трудноизвлекаемых запасов нефти». – Казань, Фэн, 2003. – С. 552-560
3. Методика прогнозирования и поиска литологических, стратиграфических и комбинированных ловушек нефти и газа. – М.: Недра, 1988. – 271 с.

ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МЕТОДОВ ОРГАНИЧЕСКОЙ ГЕОХИМИИ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ НЕФТЕПОИСКОВЫХ РАБОТ НА ВОСТОКЕ ТОМСКОЙ ОБЛАСТИ

Д.Ю. Чиркова

Научные руководители научный сотрудник Н.А. Красноярова¹, М.А. Гладких²

¹Институт химии нефти Сибирского отделения Российской академии наук, г. Томск, Россия

²Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Наряду с традиционными геологическими методами при поисках углеводородного сырья на слабо изученных территориях возможно и весьма эффективно использование химической информации о молекулярном составе рассеянного в породах разреза органического вещества (ОВ). Получаемые в процессе исследования данные позволяют реконструировать обстановки накопления ОВ, определять специфику его катагенетических

изменений, фиксировать протекание процессов миграции УВ, проводить корреляцию разрезов и оценку нефтегазогенерационного потенциала отложений.

В этой работе мы приводим результаты исследования ОВ в породах юры двух скважин (Колпашевская 10 и Южно-Пыжгинская 1), пробуренных на востоке Томской области, и направления использования этих данных для оценки специфики условий седиментогенеза и перспектив нефтегазоносности территории, выявления источника нефти в одной из скважин.

Породы разрезов юры были охарактеризованы количественным содержанием ОВ, распределением металлопорфиринов и перилена, составом нормальных и изопреноидных алканов, стеранов и гопанов, дибензотиофенов и дибензофуранов, нафталинов и фенантронов.

Наличие в породах комплексов порфиринов с ванадилем указывает на преимущественно морской генезис ОВ [3], присутствие периленов – на мелководность бассейна седиментации [6], существенное (>2) преобладание среди изопреноидов пристана над фитаном свидетельствует об окислительной обстановке в бассейне седиментации [1]. Соотношение отдельных гомологов n-алканов, стеранов и гопанов отражает фациально-генетическую принадлежность ОВ, изомеров метилфенантронов, нормальных и изопреноидных, «четных» и «нечетных» алканов – степень его катагенетического преобразования [2, 7, 4, 5].

Состав n-алканов и стеранов характеризует вклад в ОВ липидов различных биопродуцентов. Фитопланктон генерирует преимущественно C₁₅ и C₁₇ гомологи n-алканов и C₂₇ стераны, наземная растительность – C₂₉ стераны и C₂₇, C₂₉, C₃₁ n-алканы, придонные водоросли мелководных обстановок – C₂₁, C₂₃ и C₂₅, микроорганизмы – «четные» C₁₄-C₁₈ гомологи n-алканов.

Незрелое ОВ характеризуется в большинстве значительным преобладанием "нечетных" высокомолекулярных n-алканов. С глубиной преобладание "нечетных" сглаживается, значение CPI приближается к 1. Снижается величина отношения изопреноидных к нормальным алканам.

Из всех исследованных образцов пород битумоиды выделяли экстракцией 7 % метанола в хлороформе. Содержание металлопорфиринов и перилена определяли методом электронной спектроскопии. Состав насыщенных и ароматических УВ, дибензотиофенов и дибензофуранов исследовали методом ГХ-МС с использованием квадрупольного хромато-масс-спектрометра R-10-10C фирмы "NERMAG" и хроматографической колонки "SUPELCO", неподвижная фаза – SPB-5 (SE-54).

Распределение и состав органического вещества скважины *Колпашевская* охарактеризованы для верхней (васюганский горизонт), средней (мальшевский, вымский и лайдинский горизонты), нижней (тогурская свита и верхи шараповского горизонта) юры и палеозоя. Содержание битуминозных компонентов в породах варьирует в широких пределах. Максимальными содержаниями характеризуются отложения васюганского и вымского горизонтов, хотя даже в пределах одного горизонта содержание битумоида в породах существенно меняется. На Колпашевской площади ванадиловые комплексы порфиринов зафиксированы в двух прослоях вымского горизонта и присутствуют практически по всему разрезу нижней юры (китербютский и шараповский горизонты). Никелевые порфирины распространены более широко: они встречаются в верхней и средней юре, а также в низах нижней юры. Перилен отсутствует в нижней юре и палеозое.

В составе n-алканов в большинстве преобладают низкомолекулярные гомологи (n-C₁₇/n-C₂₇>1). В ОВ пород палеозоя и верхней юры среди n-алканов преобладают C₁₅-C₁₇ гомологи, а в большинстве образцов ОВ пород средней и нижней юры преобладают гомологи C₂₁-C₂₃. Величина отношения пристана к фитану, частично отражающая окислительно-восстановительные условия в бассейне седиментации ОВ, меняется в широких пределах (0.8-8.2). Условия от субокислительных до резко окислительных (пристан/фитан 1.5-8.2, в среднем 3.7) существовали в вымском бассейне. В субокислительных и окислительных условиях накапливались осадки нижней юры (пристан/фитан 1.5-3.7), а в процессе накопления лайдинского горизонта обстановка менялась от субокислительной до восстановительной. В соответствии с величинами отношения изопреноидных алканов к нормальным во всех исследованных породах отсутствуют термически не зрелые разности ОВ. Зрелым ОВ характеризуются породы нижней и частично средней юры, остальные относятся к группе мало зрелых, т.е. находящихся в начале главной фазы нефтеобразования. Согласно соотношению содержания C₂₇, C₂₈ и C₂₉ гомологов стеранов среди исследованных пород присутствуют разности, седиментогенез которых протекал в области открытого моря, его прибрежной зоне и континентальных условиях. В открытом море накапливалось ОВ палеозоя, характеризующееся повышенной концентрацией ароматических УВ и преобладанием стеранов над гопанами (C₂₉St/C₃₀H), осадки мела с повышенным содержанием диастеранов и максимальным – трициклических терпанов, а также осадки шараповского горизонта нижней юры. Остальные образцы нижней юры и мела, а также средней юры Колпашевской площади отлагались в мелком море.

Распределение и состав биомаркеров рассеянного ОВ разреза скважины *Южно-Пыжгинская-1* исследованы в отложениях нижнего мела (тарская свита), верхней (марьяновская свита), средней (леонтьевский и вымский горизонты) и нижней (надояхский, китербютский, шараповский горизонты) юры.

В алевролитах мела среди n-алканов преобладают C₂₃-C₂₇ соединения, что свидетельствует об основном источнике ОВ в бассейне седиментации – прибрежных водорослях и наземных растениях. Этот органический материал отлагался в восстановительных условиях (отношение пристана к фитану составляет 1,1) мелководного (наличие периленов) морского (присутствие ванадилпорфиринов бассейна). Наличие в высокой концентрации никелевых порфиринов указывает на отсутствие сероводородного заражения придонных вод в бассейне седиментации, высокое значение CPI – коэффициента нечетности и расчетная отражательная способность витринита R_c – на низкую термическую преобразованность ОВ этого участка разреза. Полученные результаты показывают, что ОВ марьяновской свиты отлагалось в слабо восстановительных условиях прибрежной зоны

морского бассейна. Основным источником его был фитопланктон. По своей термической преобразованности ОВ находится в начале главной фазы нефтеобразования.

В ОВ верхней юры величина СРІ снижается, расчетная отражательная способность витринита (0.6) соответствует стадии катагенеза МК₁. По соотношению изопреноидных и нормальным алканов: П/н-С₁₇ и Ф/н-С₁₈ – ОВ мало зрелое, но величина отношения изомеров С₃₁ гомологов гопанов S/(S+R) – гомогопанового индекса (0.50) указывает на более высокую термическую преобразованность, соответствующую началу ГФН. Максимум распределения н-алканов смещен в низкомолекулярную область, что показывает увеличенный вклад фитопланктона в формирование исходного ОВ. Величина отношения пристана к фитану свидетельствует о субокислительных условиях, существовавших в это время в бассейне седиментации.

По всему разрезу нижней юры в ОВ отмечены повышенные (> 2) значения отношения пристана к фитану. Это свидетельствует об окислительных условиях, существовавших в нижнеюрском бассейне седиментации при накоплении исходного ОВ. По данным о соотношении изопреноидных алканов к нормальным ОВ нижней юры является зрелым, способным генерировать УВ флюиды. Об этом же свидетельствуют величина гомогопанового индекса (0.54-0.70) и расчетной отражательной способности витринита (0.75-0.80).

Полученные данные показывают, что накопление ОВ в нижнеюрском бассейне на территории скважины Южно-Пыжнинская-1 происходило в окислительных условиях, возможно, в прибрежной зоне. Источником ОВ служили, в большинстве донные водоросли с примесью наземных растений, часто в существенной степени микробially переработанные. О значительном вкладе в ОВ микробных липидов свидетельствует часто встречающиеся в разрезе разности с преобладанием в смеси н-алканов С₁₆ и С₁₈ гомологов. Наличие на отдельных участках разреза (средняя часть надояхского и нижняя шараповского горизонтов) ванадиловых комплексов порфиринов указывает на то, что территория в это время имела связь с морским бассейном.

Таким образом, в разрезе скв. Южно-Пыжнинская-1 отложения верхней и средней юры характеризуются ОВ низкой зрелости. Осадки нижней юры горизонта по совокупности данных о составе ОВ могут рассматриваться в качестве нефтематеринских.

Состав ОВ, присутствующего в разрезах исследованных скважин, показывает различие в условиях его накопления в разновозрастные промежутки времени. Осадки васюганского горизонта скважины Колпашевская-10 содержат ОВ континентального генезиса. По термической преобразованности ОВ скважины Колпашевская-10 соответствует стадии катагенеза ПК₃/МК₁, т.е. могло генерировать незначительное количество незрелой нефти. Зрелым органическим веществом, вошедшим в главную зону нефтеобразования, характеризуется средняя юра Колпашевской площади и все исследованные породы нижней юры изученных скважин.

Литература

1. Гончаров И.В. Геохимия нефтей Западной Сибири. – М.: Недра. 1987. – 240 с.
2. Хант Д. Геохимия и геология нефти и газа. – М.: Мир. – 1982. – 704 с.
3. Filby R.H. Van Berkel G.J. Metall Complexes in Fossil Fuels, Geochemistry, Characterization and Processing //Edited by Filby R. H., Branthaver J.F., ACS Sympo. Ser. 344, 1987, p. 2.
4. Peters K.E., Walters C.C. and Moldowan J.M. The biomarker Guide: Biomarkers and Isotopes in the Environment and Human History. – Cambridge University Press, 2005. – 471 p.
5. Radke M. Application of aromatic compounds as maturity indicators in source rocks and crude oils //Mar. Petr. Geol, 1988. – V. 5. – P. 224 – 236.
6. Serebrennikova O.V., Gulaya E.V., Yudina N.A. On perylene history in sediments //Abstracts of 20th International Meeting on Organic Geochemistry, 2001. – Vol. 1. – P. 235 – 236.
7. Waples D.W., Machihara T. Application of sterane and triterpan biomarkers in petroleum exploration //Bulletin of Canadian Petroleum Geology (CAN), 1990. – Vol. 38. – № 3. – P. 357–380.

АНАЛИЗ ЛИЦЕНЗИОННОЙ БАЗЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ ОСВОЕНИЯ РЕСУРСНОГО ПОТЕНЦИАЛА УГЛЕВОДОРОДОВ ЮЖНОЙ ЧАСТИ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

Л.Н. Шаяхметова

Научный руководитель профессор М.И. Лоджевская

**Всероссийский научно-исследовательский геологический нефтяной институт, г. Москва,
Россия**

Лицензирование недропользования в настоящее время является одним из основных рычагов управления со стороны государства процессом воспроизводства минерально-сырьевой базы России. Система лицензирования пользования недрами на УВ сырье в России введена в действие в 1992 г. после принятия Закона Российской Федерации «О недрах» и ряда других документов, регламентирующих процесс недропользования.

На начальном этапе процесса лицензирования основное число лицензий было выдано без проведения конкурсов и аукционов на основании ст.19 «Положения о порядке лицензирования», как подтверждение их права на пользование недрами. Поэтому в 1995 г. 77% всех действующих лицензий было выдано на добычу и разработку месторождений нефти и газа (вида НЭ). На долю поисковых лицензий (вида НП) приходилось 17% и на долю совмещенных лицензий (вида НР) – всего 6%. Практически все крупные и средние месторождения нефти и газа были достаточно быстро переданы недропользователям и в нераспределенном фонде недр оставались лишь мелкие месторождения и перспективные территории.

С 1995 г. отмечается общая тенденция роста количества действующих лицензий, однако было несколько периодов спада. В 2002 г. спад связан с отменой ставок ВМСБ, что привело к сокращению объемов финансирования геологоразведочных работ за счет федерального бюджета. Также в декабре 2001 г. Министерство Природных Ресурсов России провело инвентаризацию действующих лицензий вида НП и проверку выполнения условий лицензионных соглашений, в результате чего часть лицензий были аннулированы за невыполнение условий пользования недрами. Кроме того, по многим поисковым лицензиям истек срок действия. В результате, общее число лицензий сократилось, а с 2003г. стало опять расти.

В работе рассмотрена южная часть Западной Сибири, в административном отношении это следующие субъекты РФ: Томская, Омская, Новосибирская и юг Тюменская области.

Был проведен анализ лицензионной базы рассматриваемой территории. Доля действующих лицензий в Западной Сибири значительна и по состоянию на 29.11.2011 г. составляет 26,3% от общего количества лицензий в России, в южной ее части находится 4,9% лицензий от общего количества и 18,5% от количества лицензий Западной Сибири. Из них на долю лицензий вида НП приходится 8,2/18,0% от количества действующих лицензий в РФ/Западной Сибири, НР – 7,3/30,4%, НЭ – 3,2/14% (рис.1). Распределение количества действующих лицензий различного вида по этим регионам показано на рис. 2.

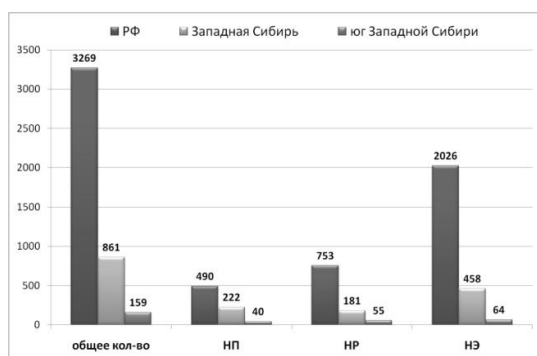


Рис. 1. Количество действующих лицензий в рассматриваемом регионе, в Западной Сибири и РФ в целом по состоянию на 29.11.2011 г.

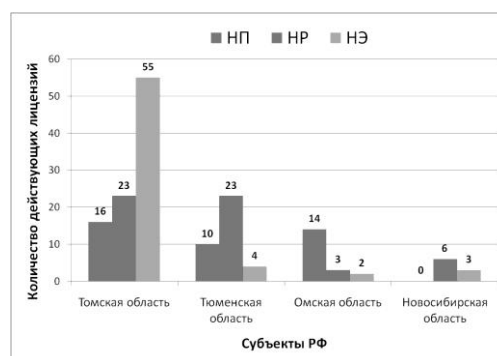


Рис. 2. Распределение действующих лицензий различного вида по субъектам РФ (юг Западной Сибири) по состоянию на 29.11.2011 г.

40% от общего числа лицензий в рассматриваемой южной части Западной Сибири выдано на добычу УВС. Однако проведенный анализ лицензионной базы показал, что огромное количество лицензий вида НЭ на самом деле относится к виду НР, т.к. лицензии: 1) включают, как добычу нефти и газа, так и геологическое изучение недр; 2) выданы на 25 лет; 3) имеют статус горного и геологического отводов; 4) включают лицензионные обязательства по геологическому изучению. Т.е. при выдаче лицензии ошибочно был присвоен другой вид (НЭ вместо НР). Следует отметить, что это характерно для лицензий, выданных до 2001 года.

Если учесть данное обстоятельство, то картина существенно меняется и доля лицензий вида НЭ снижается в 2 раза: с 40% до 21% (рис. 3). При подсчете прогнозных ресурсов по лицензионным участкам (Д1+Д2) обычно учитываются только НР-лицензии, лицензии других видов не рассматриваются. Однако на самом деле большая доля ресурсов находится именно в недрах «ошибочно выданных» НЭ-лицензионных участках, т.е. цифра Д1+Д2 оказывается явно занижена.

Участки по совмещенным лицензиям (НР) значительны по площади (в данном регионе до 2,5 тыс. км²), а в Условиях пользования недрами прописаны лицензионные обязательства по геологическому изучению. Однако недропользователи не всегда выполняют все обязательства, которые иногда прописаны некорректно. При этом далеко не во всех лицензионных соглашениях прописано, что недропользователь обязан вернуть ту часть территории, на которой завершено геологическое изучение (как правило, оно длится 5 лет). Поэтому огромные территории, которые располагают ресурсным потенциалом, остаются в руках недропользователей, не желающих проводить геологическое изучение в первую очередь по экономическим причинам.

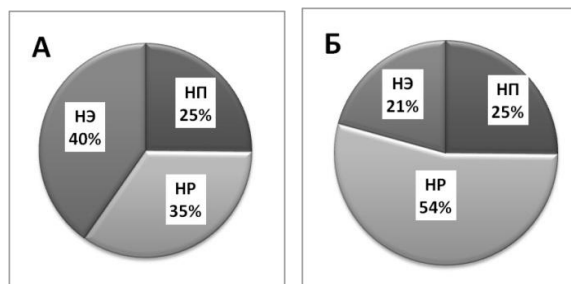


Рис. 3. Доля действующих лицензий различного вида юга Западной Сибири: А – фактически, Б – теоретически

Участки, выданные на добычу углеводородного сырья (вида НЭ) имеют статус горного отвода, ограниченного по глубине. За пределами горного отвода (как правило, в нижележащих горизонтах) могут быть расположены перспективные объекты, содержащие определенную величину ресурсов (D_1 лок). В настоящее время согласно действующему законодательству нельзя вести добычу по новым пластам, выходящим за границы горного отвода, открытым недропользователем в рамках НЭ-лицензий. Это становится возможным только после проведения аукциона, осуществления соответствующих платежей и получения отдельной лицензии. Таким образом, невостребованной остается определенная доля существующего ресурсного потенциала России.

За счет нераспределенного фонда недр (НФН) мы наращиваем сырьевую базу страны. Можно сказать, что НФН – это наша надежда и будущее, поэтому необходимо детальное его изучение. Вот почему территориям, оставшимся незалицензированными на данный момент, необходимо уделить пристальное внимание.

В этих регионах огромные территории являются бесперспективными. Доля перспективных территорий составляет в Новосибирской области – 18,2%, в Омской – 36,6%, в Тюменской – 64,8% и в Томской – 72%. На сегодняшний день в пользовании недрами в Тюменской области находится 30,4% региона, в Томской – 29,9%, в Омской – 14,2% и в Новосибирской – 7,2%. Т.е. в нераспределенном фонде находится около половины перспективных земель.

Рассматриваемая область находится в периферийной южной части Западно-Сибирской нефтегазоносной провинции, где плотность суммарных извлекаемых ресурсов углеводородов составляет 0-50 тыс. т/км², лишь в западной части Томской и северной части Тюменской областей есть зоны, где эта величина достигает 200 тыс. т/км². В районах максимальных плотностей находятся лицензионные участки, выданные на добычу углеводородов или совмещенного вида.

Изученность глубоким бурением разных районов характеризуется существенной неоднородностью. В краевых нефтегазоносных районах Западно-Сибирской провинции разбуренность территорий достаточно низкая. Для Новосибирской области этот показатель равен 2,44 м/км², Омской – 2,64, Тюменской – 6,36 и Томской – 11,69. Следует отметить, что плотность бурения выше в нефтегазоносных районах с большей плотностью разведанных запасов, и даже на территориях с открытыми месторождениями, плотность бурения сравнительно невысока, а изученность характеризуется крайней неравномерностью. Изученность – величина средняя для субъекта. Так, например, в северной части Тюменской области с плотностью суммарных извлекаемых ресурсов 200 тыс.т/км² значение степени разбуренности достигает 16,18 м/км², а в южной части – 0-2 м/км². Поэтому этот показатель не совсем объективно отражает степень изученности нефтегазоносных и нефтегазоперспективных комплексов различных нефтегазоносных районов.

В пределах изучаемого региона расположено 178 месторождений, больше всего приходится на Томскую и Тюменскую области – 131 и 34, в Новосибирской и Омской – 8 и 5, соответственно. По запасам они относятся к числу мелких и средних. По составу флюида в основном это нефтяные и газонефтяные месторождения – 141, что составляет 79% от общего числа, чисто газовых – 8 (5%), на долю газоконденсатных и нефтегазоконденсатных приходится 11 и 18 месторождений (6 и 10%). По данным на 01.01.2009г. в нераспределенном фонде находится 2 месторождения, в частично распределенном фонде – 26. Основная часть находится в Томской области.

В Томской и Тюменской областях сосредоточены значительные запасы и ресурсы. По состоянию на 01.01.2011 г. величина ресурсов категории C_3 для каждого региона составляет около 400 млн. т нефти, по D_1+D_2 – 405 млн. т нефти в Тюменской области и 555 млн. т нефти и 655 млрд. м³ свободного газа в Томской области. Для Омской и Новосибирской областей эти величины равны 110 млн. т нефти (по C_3) и 75 и 54 млн. т нефти (по D_1+D_2), соответственно.

Степень разведанности начальных суммарных ресурсов по нефти колеблется от 11% для Тюменской до 35% для Томской областей. Это свидетельствует о существующем ресурсном потенциале, который еще есть в южной части Западной Сибири. Поэтому необходимо ставить проблему поиска новых направлений геологоразведочных работ, в том числе освоение глубокозалегающих комплексов, изученность которых гораздо ниже.

Литература

1. Отчет по государственному контракту "Анализ и обобщение результатов региональных и поисково-разведочных работ на нефть и газ с целью создания уточненной схемы нефтегазогеологического районирования нефтегазоносных территорий и шельфов Российской Федерации", ФГУП «ВНИГНИ». – М., 2010 г.

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ОБЪЕКТОВ ПОИСКОВ УГЛЕВОДОРОДОВ В ПАЛЕОРИФТОВЫХ СИСТЕМАХ ЗАПАДНОЙ АРКТИКИ**В.А. Шеин****Научный руководитель научный сотрудник Д.А. Астафьев
Научно-исследовательский институт природных газов и газовых технологий – Газпром
ВНИИГАЗ, г. Москва, Россия**

Геология и нефтегазоносность Западной Арктики рассматривалась во многих работах, в том числе Д. А. Астафьева, И.Ю. Винокурова, В.С. Вовка, В.П. Гаврилова, И.И. Грамберга, Е.В. Захарова, К.А. Клещева, О.И. Супруненко, В.Е. Хаина, В.С. Шеина, Э.В. Шпилова. Большинство специалистов считают, что рассматриваемый регион является перспективным на поиски газа и нефти, где в разрезе палеозоя и мезозоя будут выявлены крупные месторождения углеводородов. Наши исследования, посвященные изучению палеорифтовых систем [2], подтверждают высокие перспективы газонефтеносности Западной Арктики.

В пределах Западной Арктики в рифейско-кайнозойское время преобладали процессы растяжения, сменявшиеся кратковременными периодами сжатия. В результате проявления процессов растяжения здесь сформировались пять палеорифтовых систем (тафрогенов): Баренцевская, Западно-Сибирская, Тимано-Печорская, Мезенская, Евразийская, которые отличаются по возрасту формирования, степени раскрытости и типов рифтов (континентальных, межконтинентальных, типа пул-апарт, океанических и др.). Рифтовые системы состоят из рифтовых зон, где развиты отдельные рифты и межрифтовые блоки, которые в результате сжатия часто превращаются в инверсионные валы, поднятия, выступы.

В процессе эволюции рифтовые системы испытали: 1 – дорифтовую, 2 – предрифтовую, 3 – рифтовую и 4 – эпирифтовую стадии развития. В эти стадии формируются соответствующие им тектонические и связанные с ними нефтегазоносные (НГК) и потенциально нефтегазоносные комплексы (ПНГК). НГК и ПНГК, образованные за счет континентальных (сводово-вулканических, щелевых, пул-апарт), океанических рифтов отличаются набором формаций, типами ловушек и др.

Залежи нефти и газа выявлены в пределах Тимано-Печорского, Западно-Сибирского, и Баренцевского тафрогенов: в породах рифтового и эпирифтового комплексов (Тимано-Печорский, Западно-Сибирский), эпирифтового комплекса (Баренцевский тафроген). В дорифтовом и предрифтовом комплексах также обнаружены залежи нефти и газа и многочисленные нефтегазопрооявления в пределах Западно-Сибирского тафрогена. Наибольшие перспективы нефтегазоносности связываются с эпирифтовым комплексом Западно-Сибирского, Баренцевского тафрогенов, рифтового комплекса Тимано-Печорского тафрогена. В меньшей мере перспективны разрез рифтового комплекса Западно-Сибирского и Баренцевского тафрогенов и Тимано-Печорского эпирифтового комплекса. В качестве потенциально нефтегазоносных рассматриваются породы дорифтового, предрифтового комплексов с целью открытия небольших по запасам месторождений углеводородов. В пределах рифтовых систем сейсморазведкой выявлено несколько десятков локальных поднятий – объектов поисков углеводородов. Нами дополнительно выделено более 100 локальных структур в осадочном чехле с помощью моделирования структурной поверхности фундамента (рис).

Проведенные построения по методике С.В. Ивашко [1] позволили получить нижеследующие результаты: 1 – выделены структуры второго порядка (рифты, валы, блоки и др.), которые учтены при тектоническом районировании Западной Арктики [2], 2 – составлена схема прогноза локальных, антиклинальных поднятий (см. рис). При интерпретации карт зоны нулевых и положительных аномалий поверхности фундамента соответствовали приподнятым, а отрицательные – погруженным зонам в осадочном чехле. Различная интенсивность модуля градиента отвечала зонам с наибольшей тектонической раздробленностью осадочного чехла и проявлением большого количества разломов в его разрезе. Вытянутые остаточные аномалии на границе положительных и отрицательных аномалий также отождествлялись с разломами. Контурные месторождений нефти и газа обычно совпадают с зонами положительных и нулевых значений остаточных аномалий в межразломных блоках. Изложенные материалы позволили наметить структуры второго порядка – рифты, валы, поднятия и др., использованные при построении тектонической схемы Баренцево-Карского региона, а также локальные поднятия – объекты для поисков нефти и газа в осадочном чехле. В пределах прогнозируемых локальных поднятий, расположенных в перспективных зонах рекомендуется проведение поперечного и продольного сейсмических профилей. В случае подтверждения наличия поднятия целесообразно проведение площадной сейсморазведки. Сравнение контуров месторождений углеводородов с контурами прогнозируемых антиклиналей показало их значительное сходство в пределах северной части Западно-Сибирского тафрогена (Русановское, Ленинградское месторождения). В меньшей степени совпадают контуры Штокмановского, Ледового, Северо-Кильдинского, Мурманского месторождений. Контурные прогнозируемых локальных поднятий в большинстве случаев совпадают с контурами закартированных ранее с помощью сейсморазведки локальных антиклиналей.

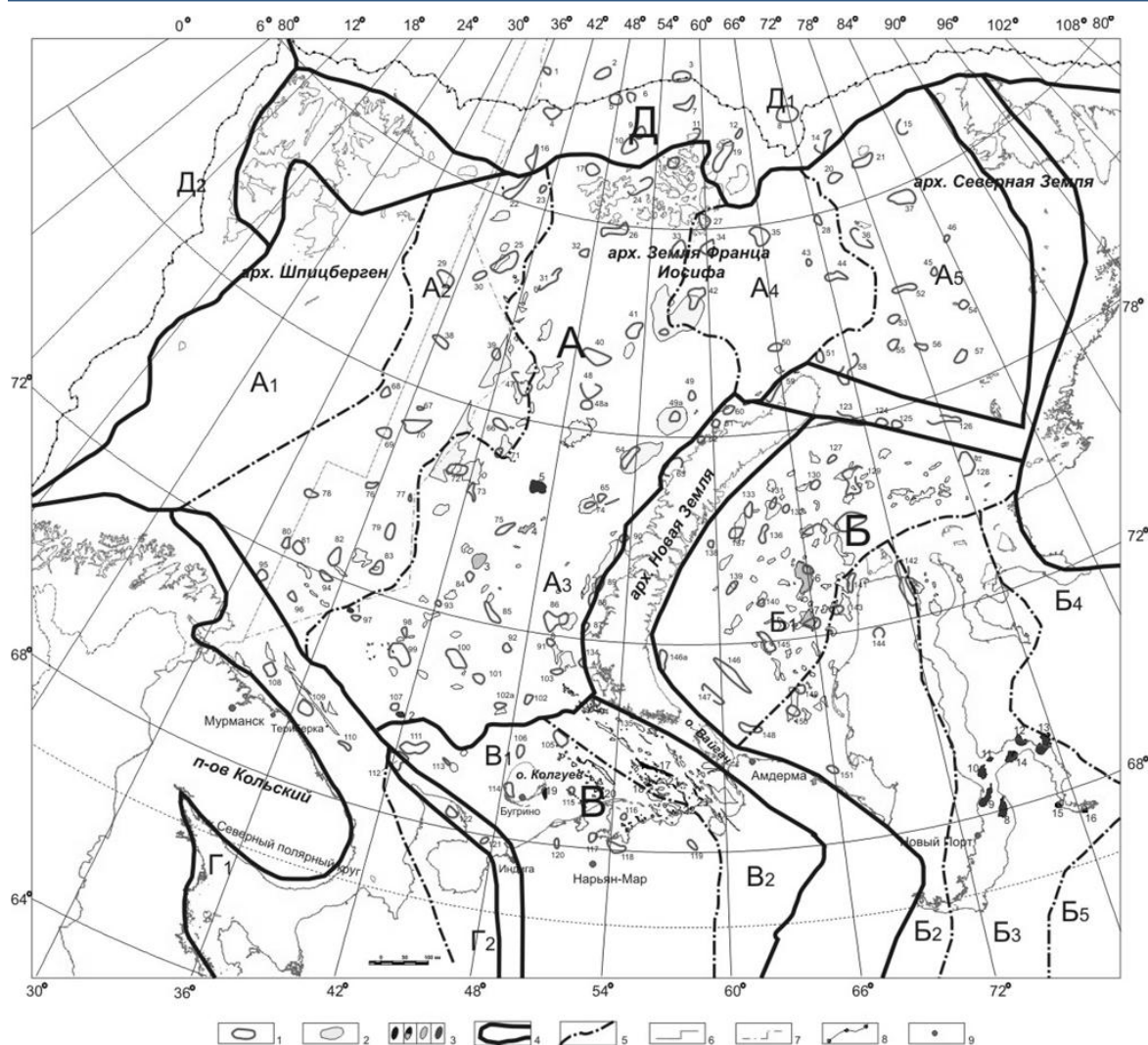


Рис. Прогнозируемые ловушки для нефти и газа Западной Арктики

1 – прогнозируемые ловушки для нефти и газа; 2 – ловушки, выявленные сейсморазведкой (по данным ВНИИОкеанологии и ФГУНПП «Севморгео» и др.); 3 – месторождения: а – нефтяные, б – нефтегазоконденсатные, в – газоконденсатные, г – газовые; 4–7 – границы: 4 – палеорифтовых систем (тафрогенов), 5 – палеорифтовых зон, 6 – государственная граница РФ, 7 – срединная линия по предложению Норвегии (1970 г.), 8 – шельфа и глубоководной зоны (изобата 600 м); 9 – населенные пункты. Цифрами обозначены месторождения: 1 – Северо-Кильдинское, 2 – Мурманское, 3 – Штокмановское, 4 – Ледовое, 5 – Лудловское, 6 – Русановское, 7 – Ленинградское, 8 – Обское, 9 – Каменномыское море, 10 – Северо-Каменномыское, 11 – Чугорьяхинское, 12 – Тота-Яхинское, 13 – Антипаютинское, 14 – Семаковское, 15 – Юрхаровское, 16 – Солекамское, 17 – Долгинское, 18 – Северо-Гуляевское, 19 – Песчаноозерское, 20 – Поморское, 21 – Приразломное, 22 – Варандей море, 23 – Медымское море.

Буквами обозначены тафрогены: А – Баренцевский, Б – Западно-Сибирский, В – Тимано-Печорский, Г – Мезенский, Д – Евразийский; Буквами и цифрами обозначены рифтовые зоны: А₁ – Западно-Баренцевская, А₂ – Центрально-Баренцевская, А₃ – Восточно-Баренцевская; А₄ – Святой Анны, А₅ – Северо-Карская, Б₁ – Предновоземельская, Б₂ – Ямальская, Б₃ – Уренгойская, Б₄ – Енисей-Хатангская, Б₅ – Худосейская; В₁ – Печоро-Колвинская, В₂ – Варандей-Адзъвинская; Г₁ – Лешуконско-Пинежская, Г₂ – Сафоновская; Д₁ – Амеразийская, Д₂ – Норвежская.

Литература

1. Ивашко С.В. Многовариантное картографическое моделирование структурных геологических поверхностей (по методике тренд-анализа). – М.: Русская полиграфическая группа, 2004. – 110 с.
2. Шейн В.А. Палеорифтовые системы Западной Арктики и перспективы их нефтегазоносности // Геология, геофизика, разработка нефтяных и газовых месторождений. – М.: ОАО «ВНИИОЭНГ», 2010. – № 6.

ЛИТОЛОГО-ФАЦИАЛЬНЫЕ УСЛОВИЯ ОБРАЗОВАНИЯ ПЛАСТА АВ₈ ПОКАЧЕВСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ**Н.А. Шипицына**

Научный руководитель доцент Т.А. Гайдукова

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Успешная разработка любого месторождения невозможна без комплексного изучения геологического строения пластов-коллекторов, для которых в свою очередь важно определить литолого-фациальные условия их образования.

Пласт АВ₈ выделяется в пределах Нижневартовского свода центральной части Западно-Сибирской низменности. Пласт представлен отложениями вартовской свиты, сформированной в готерив-барремское время раннего мела.

Согласно мнению большинства ученых, в этот период территория представляла прибрежную озерно-аллювиальную равнину, периодически затопляемую морем.

Так, согласно Конторовичу А.Е. [2], вартовская свита в пределах Нижневартовского свода представлена чередованием песчаников, алевролитов и глин. Выдержанных по простиранию пластов нет. Мощности отдельных пластов быстро изменяются, большая часть песчаников гидравлически связана между собой. *Породы верхневартовской свиты накапливались в условиях прибрежной равнины, в пределы которой иногда заходили морские воды.*

Эти выявленные закономерности были взяты за основу в выделении древних обстановок накопления осадков пласта АВ₈.

В связи со сложностью геологического строения пласта, обусловленной наличием глинистых пропластков различной мощности и простирания, пласт АВ₈ подразделен на 2 пропластка (АВ₈¹ и АВ₈²), каждый из которых разделен еще на 2 зональных интервала (АВ₈^{1а}, АВ₈^{1б}, АВ₈^{2а}, АВ₈^{2б}).

Запасы нефти каждого зонального интервала крайне неодинаковы. Наибольший интерес с точки зрения запасов нефти представляют интервалы АВ₈^{1б}, АВ₈^{2а}. По этой причине восстановление обстановок осадконакопления проводилось для этих интервалов.

Реконструкция древнего палеорельефа исследуемого пласта проводилась на основе анализа кривых ПС. Методика литолого-фациального анализа по кривым ПС освещена в работах Рединга, Муромцева, Кинга, Марковского [3, 4].

Пласт АВ₈ сформирован в переходных (дельтовых) условиях осадконакопления. Пласт приурочен к наземной части дельты, формирование его связано с континентальной равниной, периодически затопляемой водой, где осаждался как песчаный, так и глинистый материал.

Формирование дельты в пределах исследуемого района связано, в основном, с деятельностью речной системы. По типу дельта относится к конструктивной (выдвигающейся), строение которой обусловлено влиянием русловых процессов на распределение песчаных и русловых осадков. В выдвигающихся дельтах влияние русловых процессов преобладает, вследствие чего песчаная составляющая локализуется в линейных зонах, приуроченных к дельтовым протокам. В пространстве конфигурация дельты напоминает «птичью» лагу.

По коротажным диаграммам кривая ПС характеризуется блоковой и колоколовидной формами. Отложения между дельтовыми протоками представлены переслаиванием песчаников, алевролитов и аргиллитов.

Анализ кривых ПС для зональных интервалов АВ₈^{1б}, АВ₈^{2а} и реконструкция фаций проводилась по линии профиля I-II, заложенного с юго-запада на северо-восток месторождения. Кроме того, в некоторых местах были также проанализированы данные по скважинам вне профиля, по которым были кривые ПС с целью более точного определения фациальных изменений.

Для наглядного отражения изменения литолого-фациальных условий в пределах профиля были построены карты фаций для 2 рассматриваемых зональных интервалов.

Фациальная интерпретация кривых ПС дельтовых отложений заключалась в *классификации типов кривых ПС на основе их формы в различные группы фаций и в дальнейшем определении генетических условий образования осадков каждой группы.*

Пространственное распространение фаций в пределах профиля отражено на литолого-фациальных картах по зональным интервалам АВ₈^{1б}, АВ₈^{2а}.

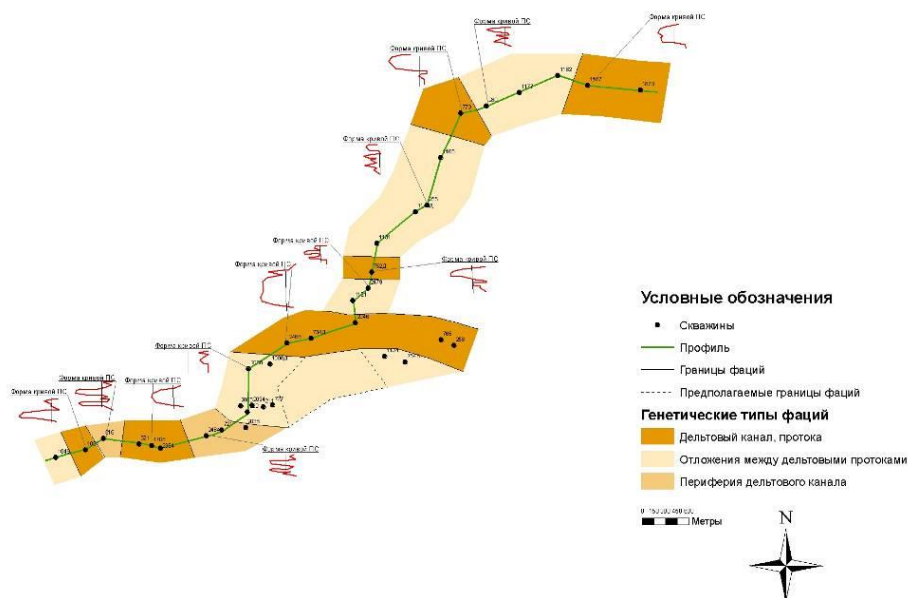
Анализ литолого-фациальных карт свидетельствует о резком изменении условий осадконакопления по пласту. Это характерно для обоих зональных интервалов. В целом на литолого-фациальных картах довольно четко выделяются 3 генетических типа фаций. На основе генетической интерпретации формы кривых ПС в пределах профиля по пласту сменяют друг друга следующие фации:

1. Дельтовый канал, протока.
2. Отложения между протоками.
3. Периферия дельтового канала.

Песчаные пласты значительной мощности связаны с дельтовыми протоками (каналами), для них характерна блоковая форма кривых ПС. Пласт с хорошими коллекторскими свойствам не выдержан по простиранию и ограничивается шириной действующей протоки. Для отложений между протоками характерно чередование песчаных, алевролитовых и аргиллитовых разностей, форма кривых ПС зазубренная с малой отрицательной аномалией. Промежуточное положение по форме кривых ПС занимают отложения периферии

дельтового канала, для которых наблюдается постепенное чередование небольших по мощности прослоев песчаников с высокой отрицательной аномалией с другими отложениями.

Литолого-фациальная карта зонального интервала AB_8^{2a} Покачевского месторождения



Литолого-фациальная карта зонального интервала AB_8^{16}

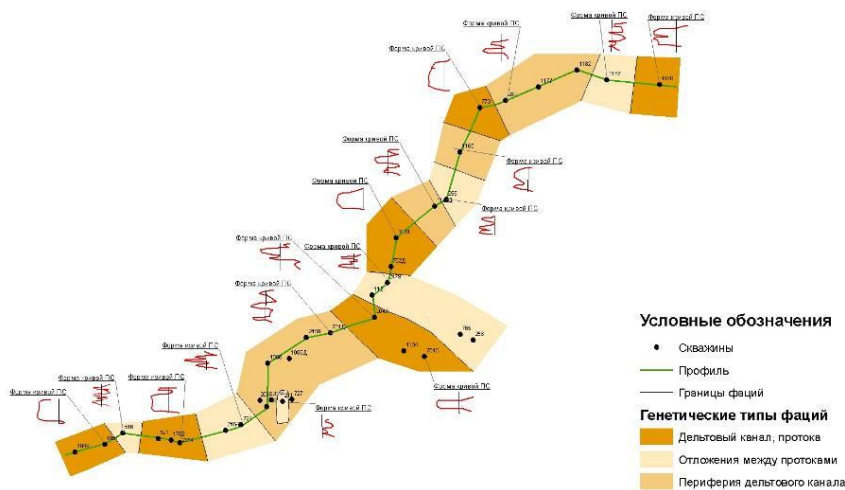


Рис. Литолого-фациальные карты зональных интервалов AB_8^{2a} и AB_8^{16} Покачевского месторождения

Ориентация и расположение основных дельтовых каналов верхнего зонального интервала в целом наследует характер нижнего зонального интервала, а в некоторых скважинах между ними отсутствует глинистая перемычка. Следовательно, наблюдается преемственность в развитии песчаного пласта во времени.

Таким образом, можно сделать вывод, что песчаные пласты не выдержаны по площади и по мощности, осложнены непроницаемыми пропластками разной толщины, часто полностью заглинизированы. Сложность геологического строения отражается на дальнейшем ведении разработки месторождения, неравномерном извлечении запасов по пласту и достижении проектного КИН.

Литература

1. Даненберг Е.Е., Белозеров В.Б., Брылина Н.А. Геологическое строение и нефтегазоносность верхнеюрско-нижнемеловых отложений юго-востока Западно-Сибирской плиты (Томская область). – Томск: Изд-во ТПУ, 2006. – 291 с.

2. Конторович А.Э., Нестеров И.И. Геология нефти и газа Западной Сибири. – М.: Недра, 1975.
3. Муромцев В.С. Электрометрическая геология песчаных тел – литологических ловушек нефти и газа. – М.: Недра, 1984. – 256 с.
4. Обстановки осадконакопления и фации. /Под ред. Рединга Х. – Том 1. – М.: Изд-во Мир, 1990. – 351 с.

ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ ИНТЕРПРЕТАЦИЯ ГЕОФИЗИЧЕСКИХ ДАННЫХ ПРИ ПОСТРОЕНИИ МОДЕЛИ РЕЗЕРВУАРА СРЕДНЕЮРСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ НА ПЕСЦОВОМ МЕСТОРОЖДЕНИИ (БОЛЬШОЙ УРЕНГОЙ)

А.А. Щебельников, Д.В. Задорожный, Н.Н. Стариков

Научный руководитель профессор В.Н. Устинова

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Песцовое нефтегазоконденсатное месторождение входит в состав Большого Уренгоя. На территории Песцово-Ен-Яхинского нефтегазоносного района выявлены продуктивные залежи углеводородов в пластах в широком стратиграфическом диапазоне: от сеноманского до юрского нефтегазоносных комплексов. В настоящее время территория Песцово-Ен-Яхинского нефтегазоносного района практически полностью покрыта 2Д и 3Д съемками разных лет.

На значительной территории, где залежи углеводородов по некоторым горизонтам юры и мела объединяются, расположены три площади – Песцовая, Западно-Песцовая и Ен-Яхинская. Продуктивны в разрезе юры и мела в основном песчаники. Для юры и мела продуктивных отложений прогнозируются морские и прибрежно-морские обстановки осадконакопления. Песчаные тела формировались от горизонта к горизонту в различных фациальных условиях. Их местоположение на своде структурного поднятия видоизменялось. В связи с чем, менялась форма поднятия и расположение коллекторов и латеральных экранов для каждого пласта имеет свою преимущественную локализацию и пространственные параметры. Сеноманская залежь Песцовой площади входит в состав единой газовой залежи Большого Уренгоя. Залежь Западно-Песцовой площади структурно отделяется от основной залежи Большого Уренгоя. Сеноманская и неокомские залежи Ен-Яхинского месторождения входят частично в общий многопластовый комплекс. Залежи ачимовской толщи и юрские залежи являются общими объектами для Песцового и Ен-Яхинского месторождений. Поисковые работы на Песцовом нефтегазоконденсатном месторождении были начаты в 1973 году. В сводовой части Песцового поднятия пробурена скважина с проектной глубиной 3100,0 м. В последующие 25 лет на месторождении были открыты и разрабатывались залежи газа и газоконденсата в сеномане и неокоме. Залежи углеводородов в нижнемеловых отложениях Песцового месторождения открыты в 1974 году [5]. Песцово-Ен-Яхинское месторождение многопластовое нефтегазоносно в меловых пластах БУ₁₀, БУ₉, БУ₈ (в структуре которых выделяется сложная система пропластков: БУ₈² БУ₈³ БУ₉¹ БУ₉² БУ₁₀¹ БУ₁₀^{2а}), БУ₁₃–БУ₁₁, в ачимовских отложениях – АчБУ₁₂ и АчБУ₁₁ (АчБУ₁₁²), Ач₃, Ач₄.

Для Песцовой площади основными исследуемыми пластами являются БУ₈², БУ₈³, БУ₉¹ БУ₉², БУ₁₀¹, БУ₁₀^{2а}. Максимум продуктивности обнаруживается в пластах БУ₈²–БУ₁₀², Ю₂, АчБУ₁₀²–АчБУ₁₃ [1, 5]. Для этих пластов по данным сейсморазведки и ГИС построены кубы литологии пластов, которые получены по материалам электрофациальной и сейсмофациальной интерпретации 2Д и 3Д данных. По результатам параметрического моделирования построены кубы пористости, проницаемости, насыщенности коллекторов пластов. Модели мощности пластов АчБУ₁₀²–АчБУ₁₃ построены с учетом результатов анализа временных толщин сейсмокомплексов.

Согласно тектонической схеме Песцовое месторождение находится в пределах структуры второго порядка – Песцового вала, представляющего собой вытянутую в субширотном направлении приподнятую зону протяженностью 100 км, при ширине до 35 км [6], осложненную локальными поднятиями третьего порядка: Западно-Песцовым, Песцовым и Ен-Яхинским. Освоение нефтегазоносного потенциала крупных месторождений Западной Сибири требует изучения особенностей детального геологического строения продуктивных комплексов. Для Песцового месторождения детальные геологические модели построены для осадочных комплексов сеномана, неокома, ачимовской толщи и средней юры. Построение подробной геологической модели месторождения включает исследование литолого-фациального строения продуктивной части разреза, особенностей его геолого-тектонического строения, вторичных минеральных преобразований в коллекторах и вмещающих породах, математического моделирования их проявления в геофизических полях.

Геологическое моделирование на месторождении основывалось в первую очередь на изучении геолого-геофизического материала по продуктивным отложениям, накопленного для территории исследований.

В настоящее время перспективным направлением исследований является литофациальная интерпретация с привлечением уникальных методик: сейсмофациальный, сейсмоморфофациальный анализ [4], электрофациальное моделирование. Этими методами на Песцовом месторождении изучены особенности формирования, пространственного распространения, латерального выклинивания и фациального замещения основных продуктивных комплексов.

Детальные геолого-геофизические исследования в пределах Уренгойского месторождения позволили выявить сложную картину пространственной и стратиграфической локализации продуктивных коллекторов, локальных участков нефтегазонасыщения, их пространственную изменчивость от горизонта к горизонту, в связи с этим, возникает необходимость геолого-геофизического, а также литолого-фациального доизучения продуктивных отложений.

Изменчив фациальный состав коллекторов. Если в валанжинских залежах это прибрежно-морские (дельтовые, баровые тела, валы и осадки склоновых комплексов), в ачимовских комплексах – осадки континентального склона, каньонов, дистальных конусов выноса, формировавшие обширные песчаные тела, то в юрских комплексах это тела меньшей мощности и латерального распространения.

Среднеюрские отложения на месторождении характеризуется весьма широким спектром состава и условий образования. Устойчивая связь пористости и интервального времени для различных литологических разностей говорит о возможности применения сейсморазведки в качестве достоверного источника фациальной информации.

Литолого-фациальными исследованиями в породах среднеюрской части разреза установлены следующие группы фаций: заливно-лагунного побережья; группа дельтовых фаций; фаций отложений открытого подвижного мелководья [2].

В региональной стратиграфической схеме, принятой в Новосибирске для нижне-среднеюрских отложений Западной Сибири, район исследования Песцовой площади Песцового лицензионного участка относится к Уренгойскому структурно-фациальному району, входящему в Обь-Тазовскую фациальную область. Обь-Тазовская фациальная область представлена прибрежно-морскими отложениями с участием дельтовых и континентальных фаций [1].

Изученные среднеюрские отложения относятся к тюменской свите. Тюменская свита (малышевский горизонт) представлена переслаиванием темно-серых глин, глинистых песчаников, алевролитов с буроватым оттенком, отмечаются биотурбированные прослои, пирит. Песчаные пласты по результатам палеонтологических исследований здесь индексируются как Ю₂–Ю₄. Стратиграфический объем малышевского горизонта – верхи верхнего байоса – до нижней половины верхнего бата. Перекрывается тюменская свита на исследуемой территории отложениями абалакской свиты васюганского горизонта. Вверх по разрезу наблюдается постепенный переход от дельтовых фаций – к фациям подвижного мелководья.

Отложения дельтовых рукавов и внутридельтовых заливов слагают песчаный пласт Ю₄. Литологически пласт представлен в основном, неравномерным переслаиванием песчаников, аргиллитов, алевролитов. Породы имеют горизонтально-косослоистую, волнистую, прерывистую, линзовидную слоистость, обусловленную намывами глинистого материала. Мощность песчаного пласта выдержана и практически не изменяется, составляя в среднем 25–28 м.

Песчаный пласт Ю₃, представленный отложениями внутридельтовых заливов, прирусловых валов и осадками малоподвижного мелководья, сложен преимущественно серыми, светло-серыми в основном мелкозернистыми песчаниками и алевропесчаниками, часто карбонатизированными, с ещё меньшей долей алевролитов и аргиллитов. В существенно песчаных пропластах для образцов керна характерен запах углеводородов. Мощность пласта не выдержана и изменяется от 35 до 50 м.

Выше по разрезу тюменская свита представлена пластом Ю₂. Пласт слагают отложения подвижного мелководья. Такой постепенный переход к более удаленным от берега фациям, а так же наблюдаемое уменьшение размерности отложений к кровле пласта, вероятно, может свидетельствовать о происходившей на данной территории трансгрессии. Пласт имеет достаточно большую мощность – 40–45 м. Особенностью пласта является высокая песчаность с небольшой долей алевролитов и аргиллитов и тяготеющее к кровле пласта наличие глинистых разностей. Отмечается интенсивная карбонатизация песчаников. Ещё одной характерной чертой является наличие по всему разрезу пласта Ю₂ запаха углеводородов в песчаных породах.

Исходя из анализа разрезов, фаций и вещественного состава, можно предположить, что в пределах рассматриваемой территории в среднеюрское время продолжала существовать палеорека, протекавшая в северо-восточном направлении, и в ее пределах можно ожидать породы с улучшенными коллекторскими свойствами.

С точки зрения выявления залежей углеводородов в среднеюрском комплексе наибольший интерес представляют песчаные пласты тюменской свиты Ю₂, Ю₄, сформировавшиеся в переходных условиях от континентального к мелководно-морскому режиму осадконакопления, и отличающиеся от нижележащих пластов лучшими коллекторскими свойствами и повышенными эффективными толщинами.

Дальнейшие исследования особенностей геологического строения месторождения и характера его нефтегазонасыщения требуют решения ряда взаимосвязанных и сложных вопросов, среди которых – геолого-тектоническое строение разновозрастных комплексов, характер литолого-фациального замещения продуктивных пластов, фациальный облик песчаных коллекторов, син- и постдиагенетические преобразования в песчаниках.

Литература

1. Мстиславская Л.П., Павлович М.Ф., Филиппов В.П. Основы нефтегазового производства. – М.: Изд-во Нефть и газ, 2008. – 276 с.
2. Решение 6-го Межведомственного стратиграфического совещания по рассмотрению и принятию уточненных стратиграфических схем мезозойских отложений Западной Сибири, Новосибирск, 2003 г. – Новосибирск: СНИИГГиМС, 2004. – 114 с.
3. Стариков Н.Н. Литолого-фациальные особенности среднеюрских отложений на примере Песцового месторождения (Ямало-Ненецкий автономный округ) // Геология в развивающемся мире. Материалы Международной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. – Пермь: Изд-во ПГУ, 2011. – С. 204–206.
4. Сулейманов Р.С., Маринин В.И., Зайчиков Г.М. Перспективы развития ресурсной базы Уренгойского нефтегазонасыщенного комплекса // Вестник ассоциации буровых подрядчиков, 2007. – №4. – С. 10–16.

5. Устинова В.Н. Морфологическая интерпретация сейсмических поверхностей // Отечественная геология, 2005. – №6. – С. 23–27.
6. John D. Grace, George F. Hart. Urengoy gas field – U.S.S.R., West Siberian Basin, Tyumen District //AAPG Special Volumes. Volume TR: Structural Traps III: Tectonic Fold and Fault Traps, 1990. – P. 309–335.

УСЛОВИЯ ФОРМИРОВАНИЯ И СХЕМА ГЕОЛОГИЧЕСКОГО СТРОЕНИЯ БЕРРИАС-НИЖНЕАПТСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ ЯМАЛЬСКОЙ НЕФТЕГАЗОНОСНОЙ ОБЛАСТИ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

А.С. Юшина, Н.И. Попова

Научный руководитель старший научный сотрудник С.В. Ершов
Институт нефтегазовой геологии и геофизики им. А.А. Трофимука СОРАН, г. Новосибирск, Россия

Отложения берриас-нижнего апта являются одним из основных продуктивных комплексов Западно-Сибирского нефтегазосносного бассейна (НГБ), в которых сосредоточена значительная запасов углеводородов. Порядка 90% от добычи углеводородов комплекса приходится на долю северных нефтегазосносных областей (НГО). В связи с этим большой интерес вызывает территория полуострова Ямал, которая по оценкам специалистов является основной сырьевой базой развития топливного комплекса России на долгосрочную перспективу. Работы по изучению Ямала ведутся на протяжении уже более 60 лет, но на сегодняшний день все еще остается большое количество белых пятен. Это связано с тем, что область имеет существенные отличия и в геологическом строении, и в нефтегазосносности, по сравнению с остальными территориями Западно-Сибирского НГБ.

Западно-Сибирский нефтегазосносный комплекс (НГК) на начало неокомского времени представлял собой морской относительно глубоководный бассейн, с некомпенсированным режимом осадконакопления. На характер его заполнения повлияли три главных фактора: соотношение скорости прогибания бассейна, скорости седиментации и эвстатического колебания уровня Мирового океана [4]. Основной объем отложений неокома составляют осадочные отложения аккумулятивного склона, образовавшиеся между мелководно-шельфовой и глубоководной зонами. Заполнение бассейна происходило циклично. Регрессионный этап с формированием песчано-алевритовых пластов сменялся этапом трансгрессии, с накоплением региональных глинистых пачек. Боквое заполнение глубоководного палеобассейна, общая регрессивная направленность седиментационного процесса с отчетливо выраженным циклическим характером сформировали главную особенность строения неокома – клиноформное строение осадочной толщи [1]. Поступление обломочного материала происходило частично с запада (Урал), формируя клиноформы восточного падения с глинистым разрезом. Но основная масса материала поступала с востока (Сибирская платформа, Алтае-Саянская складчатая область), образуя клиноформы западного падения представленные чередованием песчаных горизонтов и глинистых пачек.

Территория полуострова Ямал в берриас-нижнеаптское время находилась на стыке Бореально-Атлантической и Арктической областей и представляла собой приподнятый участок (относительно п-ова Гыдан и Карского моря), испытывающий стабильное погружение [2]. Это отразилось в сокращенной мощности берриас-нижнеаптских отложений. Отложения формировались в зоне подводной аккумулятивной равнины (шельфовые прибрежно-мелководные), в условиях сильно подвижного мелководья с прибрежной лагунно-баровой областью. Привнос терригенного материала осуществлялся за счет фронтальных частей рек, разнонаправленных течений и волнений. Образование отложений происходило в условиях гумидного, равномерно-влажного климата (15-20 °С), который существенно не менялся в течение всего мела.

Согласно схеме структурно-фациального районирования, принятой на межведомственном региональном стратиграфическом совещании в 2005 году [5], берриас-нижнеаптские отложения полуострова Ямал относятся к Ямало-Гыданскому фациальному району (ФР). В его составе выделяют два подрайона: Западно-Ямальский и Восточно-Ямальский. В разрезе неокома фациальных подрайонов, согласно стратиграфической схеме выделяются две свиты (снизу вверх): ахскую и танопчинскую. Свиты представлены тонкоотмученными аргиллитоподобными глинами, кулисообразным чередованием песчаников и серых алевритов с постепенным опесчаниванием по направлению на юго-восток. В юго-восточной части полуострова толщи пород становятся более песчанистыми. Основу свиты на Южном Ямале составляет *новопортковская толща* – основной резервуар УВ на Южном Ямале, экранируемый существенно глинистой сеяхинской пачкой [6].

Формирование берриас-нижнеаптского комплекса отложений происходило поэтапно. В берриас-валанжинское время на территории центральных и северных районов п-ова Ямал откладывались тонкоотмученные глины мощностью до 100 м со скоростью осадконакопления 4-6 м/млн. лет. Глубины во впадинах достигали 200 м [2].

Готеривский век можно условно разделить на три этапа. Первый – ранний готерив, в течение которого происходило постепенное увеличение глубин палеобассейна (до 500 м), вследствие прогибания Западно-Сибирской плиты и некомпенсации бассейна осадками. Депоцентр располагается в юго-восточной части территории, формируя пологонаклонные ортоформную и фондоформную части *сеяхинской клиноформы*. Мощность отложений в пределах склоновой части уменьшается с 800 м до 50 м по направлению к фондоформной части. К концу формирования клиноформы, наиболее погруженная зона палеорельефа смещается к северо-западу [3]. Второй – конец раннего готерива. Вследствие кратковременной трансгрессии происходит

формирование арктической региональной пачки глин, залегающей в основании *арктической клиноформы*. Третий – конец позднего готерива. Темпы седиментации резко возрастают, достигая до 300–350 м/млн. лет в депонентах осадконакопления клиноформ. Отложения формируются в условиях глубоководного шельфа и представляют собой глины, с пропластками алевролитов и песчаников. Глубоководные конуса выноса перекрываются мелководными, преимущественно песчаными отложениями. Мощность осадконакопления увеличивается до 600 м и происходит практически полная компенсация бассейна осадками.

В барремское время компенсация глубоководного палеобассейна завершилась окончательно, вследствие чего уже к концу века территория исследования представляла собой прибрежную равнину, временами заливавшуюся морем. Темпы седиментации снизились до 25-100 м/млн. лет. Мощность отложений этого возраста 20-200 м.

В аптское время темп седиментации составлял 100–120 м/млн.лет. В раннем апте имела место трансгрессия, в результате которой образовалась *нейтинская* (аналог в центральной части ЗС – *кошайская*) пачка глин прослеживающаяся на всей территории Ямальской НГО. В течение апта происходило отложение серых песчаников неравномерно переслаивающихся с алевролитами и глинами, обогащенными бурыми углями и растительным детритом.

Общая мощность берриас-нижнеаптских отложений составляет 400 м на западе, увеличиваясь до 1000-1100 м на востоке и северо-западе. Набор обстановок формирования разнообразен: от континентальных, до глубоководных. Вследствие постепенных фациальных переходов, границы большинства свит имеют скользкий во времени характер, что затрудняет корреляцию пластов. При «ведении» их с запада на восток и с севера на юг прослеживается направленное фациальное замещение глубоководных отложений более мелководными. Как отмечалось ранее, в пределах Ямальской НГО в разрезе неокомского комплекса, выделяют две свиты: ахскую и нижнюю часть танопчинской свиты. При этом ахская свита имеет более глубоководный характер отложений, по сравнению с вышележащей танопчинской.

Основой для построения схемы геологического строения послужил палеофиль берриас-нижнеаптских отложений на начало формирования нейтинской пачки (нижний апт). Он был построен на основе корреляционной схемы по региональному профилю Х-В (Харасавейская 4 – Верхнереченская 2). При построении главными реперами послужили региональные глинистые пачки: арктическая, маркирующая кровлю ахской свиты; нейтинская, принадлежащая нижней части танопчинской свиты. И кровля баженовской свиты - региональной глинистой пачки, подстилающей комплекс отложений неокома.

Корреляция берриас-нижнеаптских отложений проводилась по данным ГИС на основе более 50 скважин, вскрывающих порядка 7 месторождений. При построении корреляционной схемы были взяты стратотипические разрезы, закрепленные в скважинах:

Арктическая скв. 9, стратотип пластов ТП1-26, танопчинская свита, готерив-нижний апт;

Геофизическая скв. 46, стратотип пластов БГ10-18, ахская свита, готерив;

Среднеямальская скв. 14, стратотип пластов БЯ10-13, ахская свита, готерив;

Новопортовская скв. 80, стратотип пластов НП0-11, ахская свита, валанжин-готерив;

Медвежья скв. 32, стратотип пластов АН9-11, БН1-12, ахская свита, валанжин-готерив.

Для построения корреляционного профиля Х-В были задействованы скважины Харасавэйского, Бованенковского, Нерстинского, Арктического, Средне-Ямальского, Каменномысского, Новопортовского и Медвежьего месторождений. Профиль включает порядка 40 скважин, привязан к 111 региональному сейсмическому профилю и вскрывает берриас-нижнеаптские отложения пластов групп БЯ, ТП, НП.

Литература

1. Ершов С.В., Зверев К.В., Казаненков В.А., Карогодин Ю.Н. Седиментация в раннемеловом бассейне Западной Сибири и её влияние на нефтегазоносность // Геология и геофизика. – Новосибирск, 2001. – Т. 42. – № 11-12. – С. 1908-1917.
2. Маринов В.А., Ершов С.В., Нехаев А.Ю., Юшин Д.П. Палеогеография северных и центральных районов полуострова Ямал в меловое время // Горные ведомости. – Тюмень, 2007. – № 8. – С. 6-15.
3. Мушников Н.И. Модель геологического строения и перспективы нефтегазоносность неокомских отложений Нурминского района Надым-Пурской НГО: Диссертационная работа на звание магистра. – Новосибирск, 2010. – 65 с.
4. Нестеров И.И., Ордин В.А., Пенягин П.В. и др. Гипостратотипический разрез пластов группы БГ Гыданского литофациального подрайона // Горные ведомости. – Тюмень, 2005. – № 3. – С. 20-25.
5. Решение совещания по вопросам корреляции и индексации продуктивных пластов мезозойских отложений Тюменской области. – Тюмень: ЗапСибНИГНИ, 1986. – 38 с.
6. Скоробогатов В.А., Строганов Л.В., Копеев В.Д. Геологическое строение и газонефтеносность Ямала – М: Недра, 2003. – 352 с.

**ЛИТОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ОТЛОЖЕНИЙ ТУРОВСКОГО ГОРИЗОНТА
ВЕРХНЕГО ДЕВОНА ЦЕНТРАЛЬНОГО НЕФТЕГАЗОПЕРСПЕКТИВНОГО РАЙОНА
ПРИПЯТСКОГО ПРОГИБА (БЕЛАРУСЬ)****И.А. Яшин****Научный руководитель старший научный сотрудник С.М. Обровец
Белорусский научно-исследовательский геологоразведочный институт (Государственное
предприятие "БелНИГРИ"), г. Минск, Беларусь****ВВЕДЕНИЕ**

Припятский прогиб (Беларусь) является составной северо-западной частью Восточно-Европейской платформы. По нефтегазогеологическому районированию [2] Припятский прогиб делится на Северный нефтегазоносный, Центральный и Южный нефтегазоперспективные районы. В нижнефаменском подбрусе верхнего девона выделяются [13] домановичский, кузьмичевский, тонежский, тремлянский, вишанский, туровский, дроздовский и петриковский горизонты. Интерес к проведению детальных исследований отложений межсолевого комплекса Центрального нефтегазоперспективного района вызван нахождением промышленных скоплений нефти в нижнефаменных отложениях Северного нефтегазоносного района [1].

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ

Обобщены результаты минералого-петрографических методов исследований (более 110 образцов пород из 15 скважин) отложений туровского горизонта Центрального нефтегазоперспективного района Припятского прогиба. Используются результаты гранулометрического и рентгенофазового анализов, определено содержание карбонатных и сульфатных (исследовано более 80 образцов) минералов в исследуемых породах. Проведено петрографическое изучение отложений (просмотрено, описано и сфотографировано более 100 шлифов) туровского горизонта. Подсчитано процентное содержание основных типов пород по ГИС, учтены лабораторные определения их коллекторских свойств. С помощью метода газовой хроматографии установлены содержания органического углерода (более 50 определений). Используются данные электронной сканирующей микроскопии (исследовано около 15 образцов). Результаты проведенных работ, а также учтенный опыт исследований различных авторов [3, 9, 10, 12, 14, 15], позволили провести классификацию по вещественному составу карбонатных, карбонатно-глинистых и глинисто-карбонатных отложений туровского горизонта Центрального нефтегазоперспективного района [16] и литологическое районирование исследуемой территории Припятского прогиба с выделением литологических зон (ЛЗ), перспективных на поиски углеводородов (УВ).

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

В отложениях туровского горизонта Центрального нефтегазоперспективного района Припятского прогиба выделено пять ЛЗ. ЛЗ – I с органогенными (онколитовыми и строматолитовыми) известняками, переслаивающимися с терригенными породами и мергелями. ЛЗ – II с онколитовыми доломитизированными известняками, содержащими большое количество остатков ископаемых раковин радиолярий [7, 8]. ЛЗ – III с мергелями доломитизированными, содержащими многочисленные остатки радиолярий, раковины которых часто выщелочены и образуют свободное поровое пространство. ЛЗ – IV с опесчаненными известняками, переслаивающимися с доломитами, местами, насыщенными остатками раковин радиолярий. ЛЗ – V с вулканогенным и вулканогенно-осадочным типом разреза отложений. В вулканогенно-осадочном типе разреза отложений вулканогенные породы локально переслаиваются с мергелями и глинистыми известняками [9, 10, 14].

В пределах ЛЗ – II и III (Комаровичская, Савичская, Птичская, Махновичская и др. площади) выделен кремнисто-глинисто-карбонатный тип породы [7, 17] и установлена их насыщенность ископаемыми остатками раковин радиолярий [8]. Здесь преобладают слоистые текстуры пород, а в некарбонатном остатке исследуемых образцов зафиксированы зерна аутигенного кварца. Такие отложения по своим признакам и свойствам относятся к нефтегазоперспективным породам доманикового типа [4]. На территории ЛЗ – II и III в исследуемых отложениях выделены многочисленные нефтепроявления: запах УВ, вкрапления битума и слабые редкие выпоты нефти. Нефтепроявления высокого класса (выпоты подвижной темно-коричневой нефти) [5, 6] отмечены на Савичской, Комаровичской и Западно-Бобровичской площадях, где в органогенных известняках по данным ГИС зафиксировано наличие пород-коллекторов. Породы-коллекторы также определены в отложениях туровского горизонта и на территориях других площадей. Согласно примененной классификации Т.К. Баженовой [12] к породам доманикового типа, в пределах исследуемой территории установлены: субдоманикоиды ($C_{\text{орг.}} = 0,46-0,76\%$) и доманикоиды ($C_{\text{орг.}} = 1,3-1,8\%$) с общей пористостью 7,1-8,2% и открытой пористостью 6,2-6,7% [7, 17].

Отмеченные в пределах ЛЗ – I, II и III породы-коллекторы (Копаткевичская, Комаровичская, Мозырская и др. площади), а также зафиксированные нефтепроявления, приуроченные к отложениям туровского горизонта, не имеют регионального распространения и, развиты спорадически на отдельных локальных участках, обуславливая, таким образом, возможность наличия здесь литологически ограниченных ловушек УВ. Кроме того, проведенными петрографическими исследованиями выделены 8 микролитифаций типичных пород, в некоторых из них отмечены остатки радиолярий. Разновидности пород со значительным количеством ископаемых радиолярий содержат пустоты (поры) от растворенных собственно раковин радиолярий, где также присутствуют ослабленные зоны, возникшие при вторичных преобразованиях, которые подвержены образованию трещин (Савичская и др. площади). Подобные породы, в пределах исследуемой территории могут быть новым типом порово-трещинного коллектора, развитые преимущественно в пределах ЛЗ – II и III.

ВЫВОДЫ

На территориях Копаткевичской и Заречинской площадей, расположенных в пределах ЛЗ – I Центрального нефтегазоперспективного района следует провести детальные геолого-геофизические работы по выявлению сложнопостроенных ловушек УВ с применением комплекса минералого-петрографических методов исследований. Отложения доманикового типа являются новым направлением поисков нефти и газа в Припятском прогибе. Субдоманикоиды и доманикоиды, отмеченные в отложениях туровского горизонта (Комаровичская, Савичская, Западно-Бобровичская, Птичская, Махновичская и Мозырская площади), являются перспективными объектами на поиски УВ в пределах ЛЗ – II и III. Таким образом, с целью прироста запасов углеводородного сырья необходимо широко внедрять методы, направленные на выявление зон трещиноватости и на прогнозирование подвижных флюидов в породе. Для этого перспективно комплексное применение широкополосного низкочастотного акустического, ядерно-магнитного и стандартного электрического видов каротажа. В процессе освоения скважин для пород доманикового типа глинисто-кремнисто-карбонатного состава наиболее эффективны торпедирование, создание забойных каверн с помощью соляной и грязевой кислот, а также гидроразрывы на основе смеси нескольких сильных кислот (например, соляной и плавиковой) [11], благодаря которым увеличивается фильтрационная способность призабойной зоны и восстанавливается гидродинамическая связь с пластами. Материал подготовлен при поддержке Белорусского республиканского фонда фундаментальных исследований (договор №Х11М-006).

Литература

1. Геология Беларуси / под общ. ред. А.С. Махнач. – Минск: ИГиГ, 2001. – 815 с.
2. Геология и нефтегазоносность запада Восточно-Европейской платформы: к 70-летию БелНИГРИ / З.Л. Познякевич [и др.]; – Минск: Беларус. Навука, 1997. – 696 с.
3. Девонская межсолевая толща Припятской впадины / А.С. Махнач [и др.]; – Минск: Наука и техника, 1981. – 220 с.
4. Нефтегазообразование в отложениях доманикового типа / С.Г. Неручев [и др.]; – Л.: Недра, 1986. – 247 с.
5. Никуленко Е.Ф. Геохимические критерии прогноза нефтегазоносности Припятского прогиба // Природные ресурсы. – Минск, 1999. – № 4 – С. 160 – 173.
6. Никуленко Е.Ф., Айзберг Р.Е., Гузанова Т.Н. Оценка перспектив нефтеносности межсолевых отложений западной части Червонослободско-Малодушинской и Заречинско-Великоборской ступеней по геолого-геохимическим данным // Геология, поиски и освоение месторождений полезных ископаемых Беларуси. – Минск: БЕЛГЕО, 2007. – С. 56 – 73.
7. Обровец С.М., Яшин И.А. Литология отложений доманикового типа раннефаменского возраста Припятского прогиба (Беларусь) // Зоны концентрации углеводородов в нефтегазоносных бассейнах суши и акваторий: материалы международной научно-практической конференции. – СПб.: ВНИГРИ, 2010. – С. 370 – 378.
8. Обровец С.М., Яшин И.А. Особенности формирования и распространения девонских отложений с остатками радиолярий в Припятском прогибе // Литасфера. – Минск, 2011. – №1 (34). – С. 82 – 93.
9. Обровец С.М., Кручек С.А., Яшин И.А. Седиментационная модель формирования девонских отложений межсолевого комплекса Центрального нефтеперспективного района Припятского прогиба // Природные ресурсы. – Минск, 2009. – № 1. – С. 5 – 13.
10. Органогенные постройки девона Белоруссии / А.С. Махнач [и др.]; – Минск: Наука и техника, 1984. – 236 с.
11. Сидоровский В.А. Вскрытие пластов и повышение продуктивности скважин. – М.: Недра, 1973. – С. 115 – 117.
12. Систематика и классификации осадочных пород и их аналогов / В.Н. Шванов [и др.]; – СПб.: Недра, 1998. – 352 с.
13. Стратиграфические схемы докембрийских и фанерозойских отложений Беларуси: объяснительная записка / С.А. Кручек [и др.]. – Минск: ГП “БелНИГРИ”, 2010. – 282 с.
14. Стратиграфия нижнефаменских (межсолевых) отложений Припятского прогиба / В.И. Пушкин [и др.]; Минск: ИГиГ, 1995. – 140 с.
15. Голубцов В.К., Махнач А.С. Фации территории Белоруссии в палеозое и раннем мезозое. – Минск: АН БССР, 1961. – 183 с.
16. Яшин И.А. Классификация по вещественному составу глинисто-карбонатных пород межсолевого комплекса Припятского прогиба // Молодежь в науке: журн. “Весці Нац. акад. навук Беларусі”. – Минск, 2006. – № 5 – С. 150 – 153.
17. Yashin I.A., S.M. Obrovets Domanik-type facies in Lower-Famennian deposits of the Central oil- and gas-prospective region of the Pripjat Trough (Belarus) // Earth sciences: new approaches and achievements: the 4th International scientific conference of young scientists and students, Baku 5 – 6 oct. 2011. / Geol. Institute Azerbaijan NAS. – Baku, 2011. – P. 168 – 169.

Секция 5

ГЕОФИЗИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ЗЕМЛИ, ПОИСКОВ И РАЗВЕДКИ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ

ГЕНЕТИЧЕСКАЯ ИНФОРМАТИВНОСТЬ ГЕОФИЗИЧЕСКИХ ДАННЫХ

Г.Г. Номоконова, доцент

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Не вызывает сомнения тот факт, что геофизические данные содержат информацию генетического плана. И потому, что сами физические поля могут выступать причинами геологических процессов, например гравитационное поле, а главное потому, что в геофизических данных отражаются геологические объекты, являющиеся результатом геологических процессов. Обнаруживая геологический объект по геофизическим наблюдениям, определяя его свойства, мы можем прогнозировать и его генезис, если цепочка «геологический объект – генезис» выявлена.

Высокая степень изученности земной коры, имеющая место к настоящему времени, привела к усложнению объектов и условий поиска (изучения). Месторождения либо глубоко залегают, либо имеют слабо отличимые от вмещающих пород свойства. Приходится осваивать новые территории с не до конца выявленными критериями прогноза, например шельфовые зоны и др. В этих условиях точно установленный генезис геологических объектов, в том числе и месторождений полезных ископаемых, является одним из главных резервов повышения эффективности геолого-прогнозных работ.

В современных условиях основным источником для формирования новых генетических теорий и представлений являются результаты геофизических исследований, поскольку именно они в полной мере соответствуют проблемам, возникающим в связи с высокой изученностью земной коры. Информация, полученная геофизическими методами, обладает рядом достоинств, в том числе и исключительных. Она количественная (цифровая), глубинная, объемная, непрерывная, многопараметровая и, главное, объективная, то есть не зависит от компетентности исследователя и уже имеющихся геологических представлений о предмете изучения. Таким образом, геофизические данные содержат *объективную* генетическую информацию и для ее извлечения необходимо реализовать все преимущества геофизических методов в сравнении с другими методами изучения земной коры.

Ниже излагаются результаты получения новой генетической информации из геофизических данных на примере месторождений золота и углеводородов Сибири.

Месторождения золота.

Изученные месторождения золота (Дарасун, Сарала, Центральное, месторождения Ольховско-Чибихежской рудной зоны и др.) представлены кварцево-золото-сульфидными жилами небольшой мощности с зонами околорудных гидротермальных изменений пород.

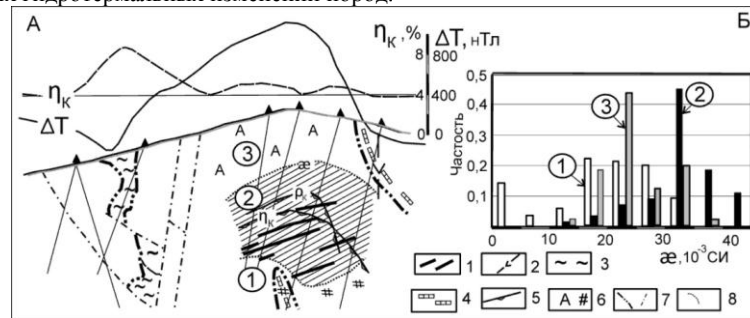


Рис. 1. Избирательная локализация золото-сульфидной минерализации в границах зоны повышенной намагниченности (заштриховано) на месторождении Сопка Высоцкого Ольховско-Чибихежской рудной зоны: А – разрез месторождения с графиками магнитного поля (ΔT) и вызванной поляризации (η_k); Б – гистограмма распределения значений магнитной восприимчивости пород петрофизических зон.

1 – золото-сульфидные рудные тела; 2 – дайки основного состава; 3 – графитизированные известняки и сланцы; 4 – осветленные известняки; 5 – верхняя граница области повышения сопротивления (ρ_k) и вызванной поляризации (η_k); 6 – альбитизированные (А) и окварцованные (#) гранодиориты; 7 – границы интрузивного выступа, разрывные нарушения; 8 – граница зоны повышенной намагниченности в гранодиоритах

Предполагаемый источник вещества – глубинный, подкорковый. Из-за небольших размеров рудные тела и околорудные метасоматиты практически не отражаются в результатах геофизических съемок. Поискные возможности геофизических методов были реализованы при изучении рудовещающей геологической среды (рис. 1). Генетическая модель месторождений золота по геофизическим данным состоит в следующем.

Формирование золоторудных тел и околорудных метасоматитов является лишь завершающим этапом масштабного длительного процесса преобразования геологической среды, приводящего к изменению физических свойств горных пород гидротермально-метасоматической природы. Изменения контролируются глубинными зонами повышенной проницаемости, вмещающими, как правило, дайки и субвулканические интрузии, относительно которых формируется петрофизическая зональность.

Рудные тела локализуются в границах определенной петрофизической зоны (петрофизический контроль), значимо выделяющейся в геофизических данных (рис.1). Чаще всего это зона повышенной намагнитченности, метасоматический генезис которой предполагается по геофизическим данным и которая сменяется зонами пониженной и низкой намагнитченности с явно проявленными площадными метасоматическими изменениями, часто несущими рассеянную сульфидную минерализацию. Масштабы и интенсивность проявления петрофизической зональности определяют масштабы и интенсивность золотой минерализации.

Месторождения углеводородов.

Господствующей гипотезой (теорией) образования месторождений нефти и газа является осадочно-миграционная теория, предполагающая образование нефти в осадочном бассейне, миграцию ее по проницаемым породам и накопление в ловушках. Она же и определила приоритеты в использовании геофизической информации, по крайней мере, в Западной Сибири. Из полевых геофизических методов используется преимущественно только сейсморазведка, а анализ данных геофизических исследований скважин (ГИС) практически ограничивается лишь выделенными пластами.

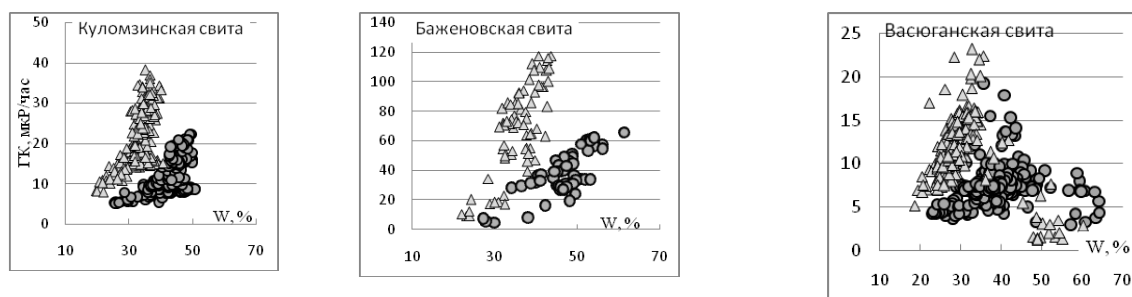


Рис. 2. Повышение водородосодержания (W) и понижение естественной радиоактивности ($ГК$) пород в продуктивном разрезе Мыльджинского нефтегазоконденсатного месторождения
 ● - продуктивный разрез ($P=244,3 \text{ м}^*\%$); ▲ - непродуктивный разрез ($P=6,24 \text{ м}^*\%$)

Западную Сибирь в геолого-геофизическом плане можно отнести к хорошо изученным территориям. Большинство выявленных месторождений углеводородов находится на стадии разработки, то есть имеют достаточно обоснованные границы и запасы. Новая генетическая информация может содержаться в результатах прямого сопоставления геофизической информации, объективной по определению, и результатами разведки и разработки, объективными в связи с высокой степенью изученности территории.

Прямое сопоставление магнитного плана Западной Сибири с планом расположения месторождений показало, что месторождения углеводородов закономерно отражаются в магнитном поле. Их расположение контролируется протяженными линейными положительными магнитными аномалиями, кольцевыми магнитными структурами, а сами месторождения либо отражаются отрицательными аномалиями магнитного поля (гигантские газовые месторождения Уренгой, Ямбург и др.), либо размещаются в границах исключительно отрицательного (Лугинецкое, Мыльджинское и др.) или положительного (Крапивинское, Первомайское и др.) магнитного поля.

Закономерное взаимное расположение магнитных аномалий и месторождений нефти и газа вызывает вопросы потому, что месторождения углеводородов локализованы в практически немагнитном осадочном чехле, а магнитное поле отражает магнитные неоднородности фундамента. При этом положительные аномалии магнитного поля создаются телами базальтоидов, источник магмы которых, как известно, находится в астеносфере. Таким образом, геофизические материалы указывают *на участие в образовании месторождений углеводородов глубинных структур и процессов, захватывающих не только фундамент Западно-Сибирской плиты, но и достигающих верхней мантии.*

Признаки этих процессов в осадочном чехле выявляются по данным ГИС, если изучать не только продуктивные пласты, но и разрез в целом. При этом новая генетическая информация обнаруживается в ходе корреляционного анализа комплексных геофизических данных (генезис как системообразующий фактор) или при сопоставлении результатов ГИС разрезов с разной продуктивностью (рис.2).

На рисунке приведены результаты анализа естественной радиоактивности (по данным гамма-каротажа) и водородосодержания (по данным нейтронного каротажа) пород двух разрезов с разной продуктивностью пласта Ю1 Мыльджинского месторождения. Исследованный интервал разрезов включает юрские песчано-

глинистые отложения васюганской свиты, в верхней части которой размещен пласт Ю1, битуминозные аргиллиты баженовской свиты (региональная покрывка), а также выше залегающие меловые преимущественно глинистые отложения куломзинской свиты.

В каждом из разрезов породы свит идентично различаются по геофизической характеристике (показаниям ГК и W, рис.2). Например, породы баженовской свиты в обоих разрезах характеризуются аномально высокой радиоактивностью. В то же время породы разрезов в целом, в рамках каждой стратиграфической единицы, различаются по этим параметрам: в продуктивном разрезе они характеризуются большим водородосодержанием и меньшей радиоактивностью в сравнении с непродуктивным разрезом. Причина изменения геофизической характеристики не литологическая, поскольку все литологические изменения укладываются в прямую зависимость между ГК и W (рис.2). Таким образом, *по геофизическим данным горные породы, вмещающие месторождения углеводородов, изменены наложенным сквозным процессом, который является либо причиной, либо следствием формирования месторождений.*

Вывод по месторождениям золота и углеводородов напрашивается один. Если результаты геофизических наблюдений не находят объяснения известными геологическими причинами, то они содержат новую генетическую информацию.

ИССЛЕДОВАНИЕ УНАСЛЕДОВАННОСТИ РАЗВИТИЯ ОСАДОЧНОГО КОМПЛЕКСА В РАЗРЕЗАХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ УГЛЕВОДОРОДОВ ТОМСКОЙ ОБЛАСТИ

А.С. Адильбеков

Научный руководитель доцент Г.Г. Номоконова

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Месторождения нефти и газа Томской области размещены преимущественно в мезозойско-кайнозойском осадочном терригенном комплексе, представляющем собой чехол Западно-Сибирской платформы. По времени консолидации пород кристаллического фундамента Западно-Сибирская платформа относится к молодым, режим развития которых резко отличается от такового древних платформ с докембрийским возрастом фундамента [1].

Для молодых платформ характерны продолжающаяся в платформенный этап повышенная тектоническая активность фундамента и унаследование крупных структур платформенного чехла (прогибов, поднятий первого порядка) истории и структуры фундамента, ярким примером чего является Уренгойско-Колтогорский прогиб Западно-Сибирской плиты, сформированный на месте одноименного грабен-рифта [1,4]. Месторождения углеводородов локализованы в положительных структурах, как правило, третьего и четвертого порядков [2]. Выявление элементов возможной унаследованности тектонического развития осадочного чехла от структур и состава фундамента на месторождениях углеводородов является актуальной задачей.

Для выбора объектов исследований были использованы результаты сопоставления магнитного поля Томской области с планом расположения месторождений углеводородов [3]. Магнитное поле отражает магнитные неоднородности фундамента, а месторождения локализованы в границах либо положительных магнитных аномалий, например месторождения Каймысовского свода Первомайское и Весеннее, либо отрицательных аномалий, как это наблюдается для Останинского, Северо-Останинского и Герасимовского месторождений на Пудинском мегавале. Названные месторождения и были взяты для исследования.

В качестве элементов разреза были выбраны абсолютные отметки кровли стратиграфических единиц (свит), взятые с обратным знаком (глубины кровли от уровня моря (L)), мощности свит (h), а также альтитуда (высота рельефа дневной поверхности) в точке, где заложена скважина. Исследовались: васюганская свита, в верхней части которой сосредоточены основные запасы углеводородов Томской области; баженовская свита, перекрывающая Верхнеуральский нефтегазовый комплекс, региональный сейсмический горизонт «Б»; куломзинская свита, согласно залегающая на баженовской, а также кузнецовская свита, являющаяся региональной покрывкой для гигантских газовых месторождений севера Западной Сибири (региональный отражающий горизонт «Г»). К сожалению, большинство скважин не вскрыли фундамент. Всего изучены разрезы 64 скважин. Элементы унаследованности в осадочном комплексе выявлялись с помощью корреляционного анализа. При этом принималось во внимание, что месторождения представляют собой положительные структуры с соответствующим изменением глубин до кровли вмещающей свиты.

Результаты исследований приведены в таблицах 1, 2 и на рисунке и кратко сводятся к следующему.

1. Элементы унаследованности развития стратиграфических единиц осадочного чехла имеют место на всех изученных месторождениях.

Наиболее высокие коэффициенты достоверности линейной аппроксимации (R2), который является оценкой коэффициента линейной корреляции, наблюдаются между глубинами до кровли свит, что естественно, особенно для близко залегающих отложений, например баженовской и васюганской свит. На месторождениях Каймысовского свода, а также на Останинском месторождении R2 достигает 0,99. Однако наличие тесной положительной взаимосвязи между глубинами до кровли свит является только необходимым, но не достаточным условием унаследованности развития. Изгибание слоев в положительную структуру могло произойти в любое время, в том числе и после формирования всего осадочного комплекса. Более информативными в этом смысле являются связи, включающие в себя мощности свит, особенно если это мощность баженовской свиты. Для большинства месторождений мощность баженовской свиты значимо связана с мощностью вышележающей куломзинской свиты и альтитудой (табл. 1, рис.), а также с глубиной до кровли кузнецовской свиты. В последнем

случае связь положительная с R^2 до 0,57 (для Первомайского месторождения). Нужно обратить внимание на то, что баженовская свита удалена от дневной поверхности и от кровли кузнецовской свиты на расстояния в 2,5 и 1,5 км соответственно, а мощность самой баженовской свиты меньше 30 метров (табл. 2). В то же время мощности баженовской и ниже залегающей васюганской свит практически не связаны (табл.1).

Таблица 1

Значения коэффициентов достоверности линейной аппроксимации (R^2) корреляционных зависимостей

Месторождения	Альтитуда - кровля свиты			Альтитуда – мощность свиты			Мощности свит баженовской -	
	Куломз.	Бажен.	Васюган.	Куломз.	Бажен.	Васюган.	Куломз.	Васюган.
Первомайское	0,37*	0,14	0,11	0,17	0,34	0,57	0,43	0,05
Весеннее	0,35	0,14	0,12	0,06	0,19	0,06	0,54	0,03
Останинское	0,21	0,06	0,01	0,51	0,21	0,05	0,13	0,04
Герасимовское	0,09	0,13	0,12	0,15	0,17	0,01	0,44	0,01
Северо-Останинское	0,44	0,06	0,01	0,23	0,44	0,01	0,09	0,01

Жирным выделены связи с $R^2 > 0,1$, курсивом – отрицательные связи.

2. Унаследованность развития осадочного комплекса исследованных районов продолжается до настоящего времени, поскольку альтитуда (высота современного рельефа дневной поверхности) связана с глубинными характеристиками разреза (рис., табл.1). Альтитуда, наряду с мощностью баженовской свиты, является самым «коррелируемым» параметром. И именно с мощностью баженовской свиты альтитуда имеет наиболее тесные, наблюдающиеся на всех изученных месторождениях связи. С мощностью васюганской свиты связи практически не обнаруживаются.

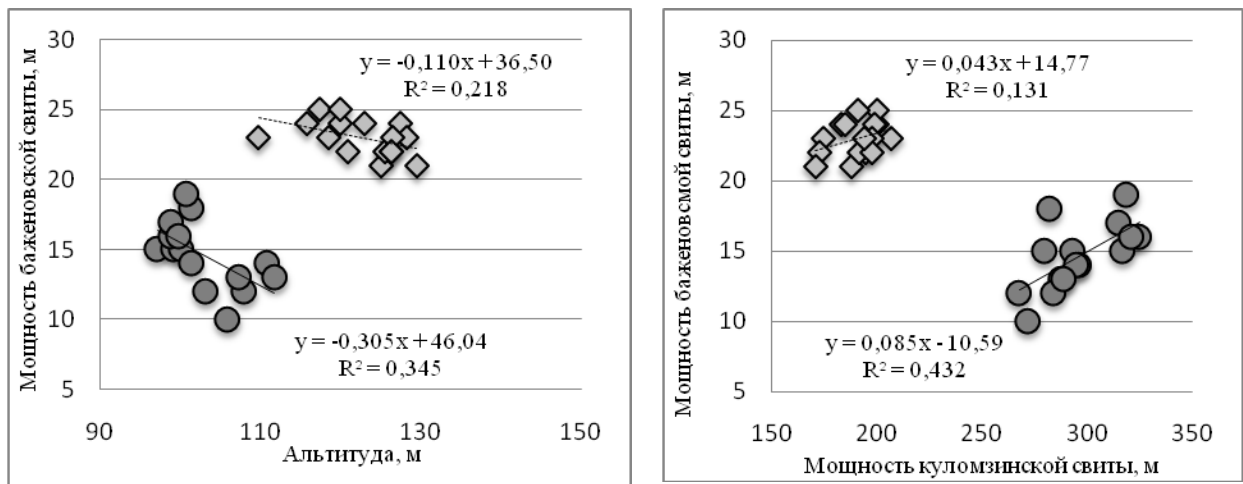


Рис. Корреляционные зависимости в системе «альтитуда, мощности баженовской и куломзинской свит» для разрезов Первомайского и Останинского месторождения

В наличии и характере связи «альтитуда – отметка кровли свиты» имеется практический смысл, связанный с доступностью данных о рельефе дневной поверхности. Положительные связи, наблюдаемые, например, на Первомайском месторождении, говорят о том, что месторождение должно выделяться отрицательными формами рельефа, а Весеннее, Герасимовское (отрицательные связи) – повышениями рельефа дневной поверхности.

Таблица 2

Средние значения альтитуды, абсолютных отметок кровли и мощности свит разрезов исследованных месторождений

Месторождение	Альтитуда, м	Кузнецовская		Куломзинская		Баженовская		Васюганская	
		L, м	h, м	L, м	h, м	L, м	h, м	L, м	h, м
Первомайское	103	876	12	2195	296	2491	15	2506	65
Весеннее	101	880	14	2192	296	2488	14	2503	67
Останинское	123	615	15	2257	191	2447	23	2472	75
Герасимовское	112	643	12	2256	252	2512	21	2532	65
С-Останинское	128	665	17	2260	193	2454	26	2488	55

3. Месторождения, локализованные в разных геомагнитных структурах фундамента, различаются по полноте выявленных признаков унаследованности развития стратиграфических единиц осадочного комплекса.

В полной мере унаследованность развития проявлена на месторождениях Каймысовского свода, локализованных в границах положительных магнитных аномалий. Например, на Первомайском месторождении все исследованные параметры значимо взаимосвязаны на интервале разреза от дневной поверхности до кровли васюганской свиты, в окрестности которой и размещена нефтяная залежь горизонта Ю1. Именно по этой поверхности выровнены разрезы обоих участков (табл.2), существенно различающиеся в направлении к дневной поверхности.

Литература

1. Белоусов В.В. Основы тектоники. - М.: Недра, 1975. – 264с.
2. Конторович В.А. Тектоника и нефтегазоносность мезозойско-кайнозойских отложений юго-восточных районов Западной Сибири. - Новосибирск: Изд-во СО РАН, филиал «ГЕО», 2002. – 253с.
3. Номоконова Г.Г., Расковалов Д.Ю., Серов В.В. О закономерностях и причинах отражения месторождений углеводородов в региональном магнитном поле Западной Сибири //Проблемы и перспективы развития минерально-сырьевой базы и предприятий ТЭК Сибири. -Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2007. – С. 213-219.
4. Сурков В.С., Жеро О.Г. Фундамент и развитие платформенного чехла Западно-Сибирской плиты. -М.: Недра, 1981. – 143с.

ГЕОФИЗИЧЕСКИЕ РАЗЛИЧИЯ РАЗРЕЗОВ МЕСТОРОЖДЕНИЙ УГЛЕВОДОРОДОВ В РАЗНЫХ ГЕОМАГНИТНЫХ СТРУКТУРАХ

И.Л. Альмендингер

Научный руководитель доцент Г.Г. Номоконова

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Выявление закономерного размещения месторождений углеводородов в магнитном поле Западной Сибири [1] вскрыло проблему, обусловленную разным положением источников магнитных аномалий (в фундаменте), с одной стороны, и месторождений (преимущественно в осадочном чехле), с другой. Одним из путей решения проблемы в целом является выяснение такого частного вопроса: отличаются ли геофизические характеристики осадочных разрезов, вмещающих месторождения углеводородов, которые приурочены к магнитным аномалиям разного знака?

Исследовались разрезы скважин 259 и 263 Первомайского нефтяного месторождения (Каймысовский свод), локализованного в границах положительной магнитной аномалии, и скважин 417 и 418 Останинского нефтегазоконденсатного месторождения (Пудинский мегавал), размещенного в пределах отрицательной магнитной аномалии. Нефтеносность месторождений связана с пластами Ю1 в верхневасюганской подсвите, а также, на Останинском месторождении, с пластами М и М1 в коре выветривания и палеозойском фундаменте.

Исследованный интервал разреза: верхнеюрские отложения баженовской и васюганской свит. Используются данные по комплексу методов геофизических исследований скважин (ГИС): самопроизвольной поляризации (ПС), кажущегося сопротивления (КС), индукционного каротажа (ИК), каротажа естественной гамма-активности (ГК) и нейтронного каротажа по тепловым нейтронам (НКТ). По результатам испытания скважины 418 и 263 дали приток нефти (скважина 263 – промышленный), скважины 417 и 259 – водоносны.

Таблица 1

Результаты статистической обработки данных ГИС разрезов Останинского и Первомайского месторождений

Месторождение	Разрез скважины	Средние значения (стандартные отклонения) показаний методов ГИС				
		ИК, мСм/м	ПС, мВ	ГК, мкР/час	НКТ	КС, Ом*м
Аргиллиты баженовской свиты						
Останинское	417в	45 (16)	93 (1)	44 (11)	1.7 (0.2)	40 (24)
	418н	33 (21)	94 (3)	40 (11)	1.7 (0.2)	32 (22)
Первомайское	259в	59 (41)	92 (3)	35 (6)	1.7 (0.5)	94 (90)
	263н	66 (32)	110 (8)	26 (4)	1.8 (0.2)	80 (62)
Песчаники васюганской свиты						
Останинское	417в	170 (10)	23 (13)	11 (1)	2.2 (0.1)	16 (7)
	418н	47 (32)	49 (15)	11 (2)	2.1 (0.2)	26 (19)
Первомайское	259в	196 (44)	22 (9)	11 (1)	1.4 (0.1)	11 (4)
	263н	139 (7)	40 (5)	8 (1)	1.6 (<0.1)	18 (2)
Глины васюганской свиты						
Останинское	417в	138 (23)	74 (12)	15 (2)	1.9 (0.2)	10 (9)
	418н	32 (34)	80 (8)	14 (1)	1.8 (0.2)	15 (8)
Первомайское	259в	152 (14)	56 (8)	12 (<1)	1.3 (0.2)	17 (<1)
	263н	183 (21)	106 (<1)	11 (2)	1.3 (<0.1)	7 (3)

Результаты исследования кратко сводятся к следующему.

Качественный анализ каротажных диаграмм не обнаружил принципиальных отличий в разрезах скважин разных месторождений и разной продуктивности. Во всех разрезах наиболее радиоактивными и высокоомными являются битуминозные аргиллиты баженовской свиты. Пласты песчаников на фоне глинистых образований (аргиллитов и алевролитов) выделяются понижениями показаний ПС и ГК и повышениями НКТ и КС. В разрезах встречаются карбонатизированные породы и угли с обычным выделением в показаниях методов ГИС.

Количественный анализ геофизической информации (статистический, корреляционный) показал следующие различия исследованных разрезов (рис., табл. 1,2).

1. Месторождения углеводородов, локализованные в магнитных аномалиях разного знака, различаются как по геофизической характеристике разреза в целом, так и отдельных литолого-стратиграфических единиц.

Разрезы Первомайского месторождения в целом менее радиоактивные и более электропроводные (рис., табл.1) в сравнении с разрезами Останинского месторождения, а также характеризуются большим водородосодержанием пород васюганской свиты. Зависимость между показаниями метода ИК (кажущаяся удельная электропроводность) и метода КС (кажущееся удельное электрическое сопротивление) на Первомайском месторождении нормальная (обратная), а на Останинском месторождении очень сложная. Здесь появляются разновидности глин и песчаников, обладающие одновременно низкими показаниями методов ИК, и КС. По уровню водородосодержания аргиллиты баженовской свиты на Первомайском месторождении близки к песчаникам, а на Останинском – к глинам.

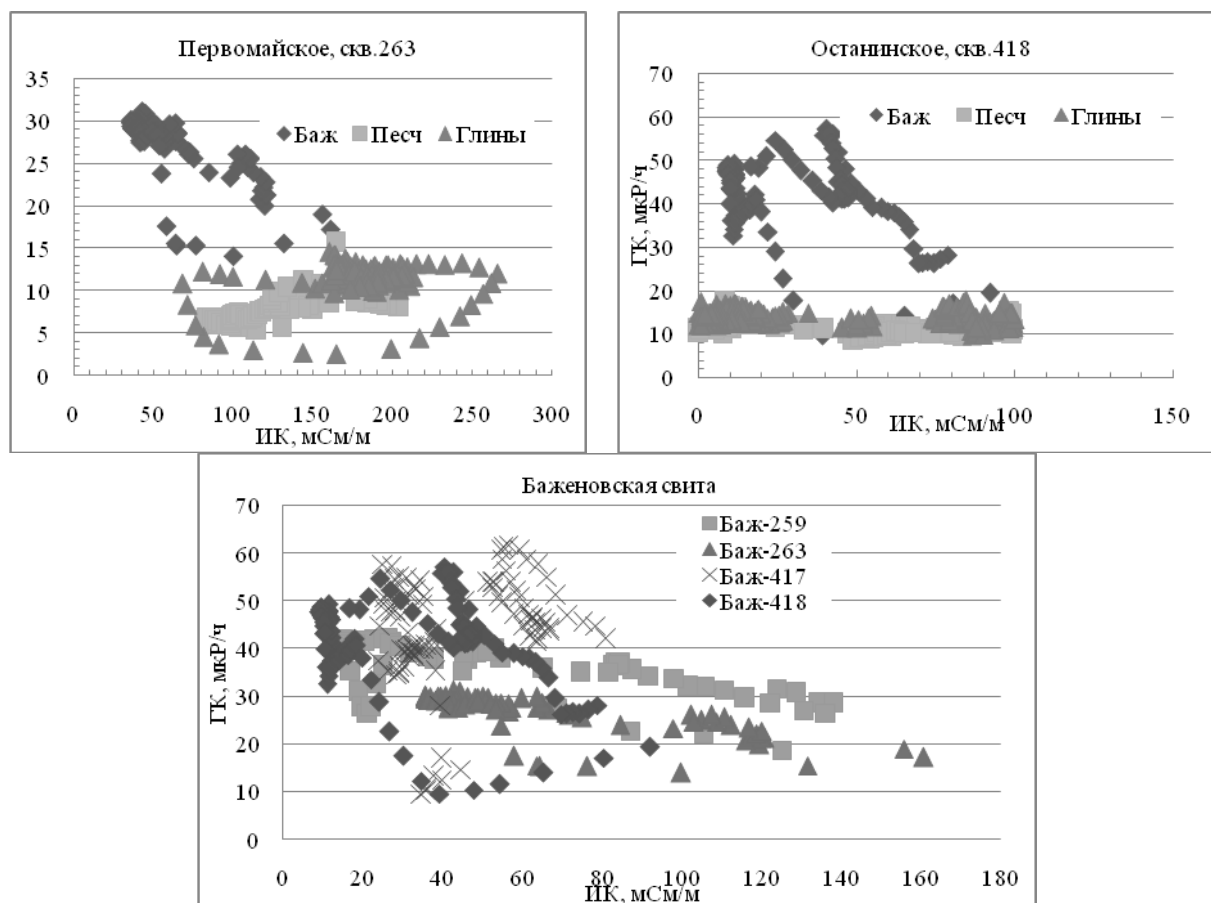


Рис. Поля корреляции показаний ИК и ГК в разрезах Первомайского и Останинского месторождений

На Первомайском месторождении показания радиоактивных методов ГИС (ГК и НКТ) связаны слабыми положительными связями, а на Останинском – сильными отрицательными (табл. 2). Корреляционные зависимости между показаниями методов ГК и ИК на Первомайском месторождении более простые, близкие к линейным, на Останинском месторождении – сложные, раздвоенные (рис., табл. 2).

Таблица 2

Коэффициенты линейной корреляции между показаниями методов ГИС (аргиллиты баженовской свиты)

Месторожд., разрез	ИК-ГК	ИК-КС	ГК-НКТ	Месторожд., разрез	ИК-ГК	ИК-КС	ГК-НКТ
Останинское, 417	0,23	-0,555	-0,780	Первомайское, 259	-0,663	-0,632	0,091
Останинское, 418	-0,361	-0,431	-0,633	Первомайское, 263	-0,723	-0,783	0,415

2. В геофизической характеристике изученных разрезов отражается их нефтепродуктивность.

Вне зависимости от месторождения и литолого-стратиграфической принадлежности пород, нефтеносные разрезы отличаются в среднем более высокими показаниями ПС и более низкими – ГК. Различия геофизических параметров пластов-песчаников в зависимости от нефтенасыщенности разреза очевидны и здесь не рассматриваются.

Хорошим отличительным признаком нефтеносности сравниваемых месторождений является электропроводность (показания ИК) глинистых образований (баженовская и васюганская свиты). В нефтеносных разрезах (в сравнении с водоносными) показания метода ИК повышаются на Первомайском месторождении и понижаются на Останинском месторождении. Это выразительно проявляется на корреляционных зависимостях ГК-ИК у аргиллитов баженовской свиты (рис.). Из данных, приведенных на рисунке, видно, что поля точек корреляции в нефтенасыщенных разрезах смещаются по оси ГК вниз для обоих месторождений, при этом понижение радиоактивности для Первомайского месторождения более существенно, чем для Останинского. По оси ИК смещение точек корреляции у месторождений при нефтенасыщенности разреза происходит в разных направлениях. На Первомайском месторождении смещение происходит в сторону увеличения электропроводности аргиллитов баженовской свиты, а на Останинском – в сторону понижения электропроводности. При этом смещение по оси ИК у Останинского разреза более существенно.

Таким образом, месторождения, локализованные в разных геомагнитных структурах, отличаются по комплексной геофизической характеристике разрезов, преимущественно глинистой их части и в первую очередь аргиллитов баженовской свиты, а также по тому, как отличаются между собой геофизические характеристики нефтеносных и водоносных разрезов. Подтвердить геофизические различия на других месторождениях, а также выявить причины этих отличий – задача дальнейших исследований.

Литература

1. Номоконова Г.Г., Расковалов Д.Ю., Серов В.В. О закономерностях и причинах отражения месторождений углеводородов в региональном магнитном поле Западной Сибири //Проблемы и перспективы развития минерально-сырьевой базы и предприятий ТЭК Сибири. -Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2007. – С. 213-219

КОЛЛЕКТОРСКИЕ СВОЙСТВА ПРОДУКТИВНОГО ПЛАСТА Ю1 КРАПИВИНСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

В.А. Андриянов, М.С.Макаров, С.Е. Мишуков

Научный руководитель профессор В.Н.Устинова

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Крапивинское месторождение нефти расположено в юго-западной части Томской области в пределах Каймысовского свода. В геологическом строении района принимают участие терригенные отложения различного литолого-фациального состава мезозойско-кайнозойского платформенного чехла и в различной степени метаморфизованные и дислоцированные породы доюрского складчатого фундамента. Отложения чехла имеют в пределах рассматриваемой территории общую мощность 2800–3000 м [1], залегают на денудированной и выветрелой поверхности фундамента несогласно, со стратиграфическим перерывом [1, 2]. На месторождении хорошо изучены отложения продуктивных горизонтов тюменской, васюганской свит [1]. Тюменская свита залегает с разрывом, угловым и стратиграфическим несогласием на доюрском консолидированном основании. Песчаные пласты этих отложений часто выклиниваются и замещаются на более глинистые разности пород от алевролитов до аргиллитов и имеют спорадический характер распространения [1]. В их основании прослеживаются, как правило, пласты углей [1, 2, 5]. В шлифах песчаники мелко- среднезернистые, параллельно- и косослоистые, полимиктовые, кварц-полевошпатовые, содержат нередко обильный углефицированный растительный детрит, сидерит. Цемент поровый, порово-базальный глинистый. Аргиллиты углистые, темно-серые (до черных), ожелезненные с включениями обугленных растительных остатков [1]. Отложения тюменской свиты трансгрессивно перекрываются прибрежно-морскими осадками васюганской свиты. В верхневасюганской подсвите песчаные отложения объединяются в горизонт Ю₁, в составе которого выделяется до семи песчаных пластов, продуктивными из которых зачастую являются Ю₁¹, Ю₁² и Ю₁³, два последних разделены углесто-глинистым прослоем У₁ мощностью 2–10 м [5]. По особенностям литофациального строения пласт Ю₁³ уверенно расчленяется на три пачки – песчаную, песчано-алевролитовую и алевролитоглинистую [4].

Каймысовский свод, в пределах которого расположено Крапивинское месторождение нефти, – одна из крупных региональных структур (I порядка) чехла в юго-восточной части Западно-Сибирской плиты. Как и большинство региональных структур Западно-Сибирской плиты, Каймысовский свод является структурой унаследованного развития. По палеозойскому складчатому фундаменту ему соответствует Верхневасюганский антиклинорий, точнее, его южная часть. Антиклинорий представляет собой приподнятую зону складчатоблоковых сооружений позднегерцинского возраста [2]. По отражающему сейсмическому горизонту Па, он приурочен к подошве баженовской свиты, Каймысовский свод оконтуривается изогипсой -2650 м. В пределах этой изогипсы размеры свода составляют: длина 215 км, ширина 60÷120 км, амплитуда поднятия 350 м. Абсолютные отметки сводовых частей на структурах второго порядка составляют -2300÷-2400 м, внутренние прогибы и впадины имеют отметки, сопоставимые с оконтуривающей изогипсой (-2600÷-2650 м). Каймысовский

свод сформирован двумя системами нарушений, северо-западного и северо-восточного простирания. Северная и южная части свода несколько приподняты, относительно них центральная (осевая) часть свода несколько опущена. Свод имеет сложное строение, в его пределах расположены ряд положительных структур II-го и III-го порядка, разделённых прогибами, седловинами, небольшими впадинами, такое строение фиксируется по данным сейсморазведки в морфорельефе как баженовской свиты, так по отражающим поверхностям тюменской свиты и доюрского основания [4].

Крапивинское месторождение картируется в пределах Моисеевского куполовидного поднятия, которое расположено в южной части Каймысовского свода, граничит с крупными месторождениями Нюрольской мегавпадины на юге и юго-востоке (например, Игольско-Таловое). Площадь структуры по отражающему горизонту Па составляет 940 км², амплитуда – 180 м, огибающая изогипса проведена на отметке -2600 м [4]. Структура несколько вытянута в северо-восточном направлении и ориентирована параллельно западному борту Нюрольской мегавпадины. В наиболее приподнятых частях Каймысовского свода разрез юры существенно сокращен и образования палеозоя со значительным перерывом перекрыты келловейскими отложениями.

Таблица

Коллекторские свойства песчаников пласта Ю₁ по данным лабораторных исследований

КРАПИВИНСКОЕ МЕСТОРОЖДЕНИЕ						
Номер обр.	K _{в.св}	K _{в.*}	K _{в.кр.}	K _{в.**}	K _{пр.*} ·10-15 м ²	K _{п.}
201/15	0,28	0,36	0,53	0,69	129,3	19,2
201/17	0,24	0,31	0,51	0,67	169,4	17,6
201/18	0,38	0,46	0,6	0,72	20	15,9
201/14	0,24	1,29	0,51	0,71	271,7	18,8
201/16	0,24	0,3	0,5	0,73	306,6	21,1

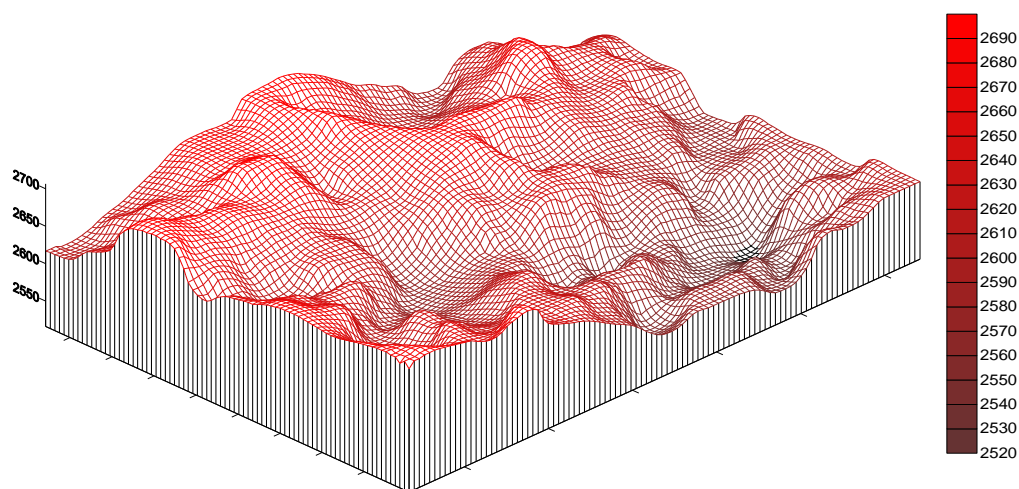


Рис. 1. Пространственная модель поверхности верхнеюрских отложений Крапивинского месторождения по данным сейсморазведки. В оттенках цвета – глубины до палеоперехватки, в метрах

Продуктивные отложения изучены по данным электрического и радиоактивного каротажа, петрофизических и литологических исследований ядра. Нефтенасыщенны на месторождении пласты Ю₁¹ и Ю₁³. Пласт Ю₁¹ залегает на глубине 2644–2740 м и представлен в основном песчаниками алевритистыми, нередко по латерали замещающимися алевритито-глинистыми породами. Пласт Ю₁¹ по результатам исследований имеет низкие коллекторские свойства, пористость колеблется от 10 до 13%, проницаемость от 0,10·10⁻³ до 2,0·10⁻³ мкм² [4]. Дебиты нефти соответственно изменяются от 0,2 до 2 м³/сут. Пласт Ю₁³ залегает на глубинах 2654–2760 м и является основным продуктивным пластом. Литологически этот пласт сложен песчано-алевритовыми породами разной степени отсортированности. Песчаники содержат карбонатный и глинистый цементы. Нефтенасыщенность неоднородная. Она контролируется внутриконтурными линзами и литологическим барьером водонасыщенных низкопроницаемых песчаников, образующих капиллярные экраны [4]. Открытая пористость изменяется от 12 до 20 %, от 0,45·10⁻³ до 300·10⁻³ мкм². Пористость и проницаемость коллектора

неоднородна, изменчивость по вертикали связана с уменьшением песчаности и увеличением в коллекторе глинистого материала (таблица), по латерали определяется изменчивостью фациального состава песчаных пород.

3D модель Крапивинского месторождения, построенная авторами по данным сейсморазведки и ГИС, отражает сейсмоморфологические особенности строения резервуара, характеризует мощность нефтенасыщенных фаций и особенности их пространственного распространения [3, 4]. В сочетании структурных элементов морфорельефа (рис. 1) выявляется три зоны структурных элементов, которые в палеобереговых фациальных обстановках часто характеризуются как дельтовые комплексы.

Трёхзонный облик структуры и распределение основных тектонических напряжений на поднятии, контрастно проявляется в полутоновых (а также тeneвых) рисунках сейсмической структурной поверхности по горизонту На Крапивинского месторождения. Фациальные обстановки дельты – «лапка дельты», представлены баровыми и валообразными песчаными телами [4]. Фациальный состав этих тел определен авторами как по результатам электрофациальной интерпретации (методика В.С. Муромцева), так и по результатам сейсмофациального моделирования, выполненного на Крапивинском месторождении и других месторождениях Каймысовского свода предыдущими исследованиями [3–5].

Литература

1. Девятков В.П., Казаков А.М. Морская нижняя и средняя юра Западной Сибири. – Новосибирск, 1991. – 254 с.
2. Сурков В.С., Жеро О.Г. Фундамент и развитие платформенного чехла Западно-Сибирской плиты. – М.: Недра, 1981. – 268 с.
3. Устинова В.Н. Тектонические и флюидодинамические особенности формирования и разрушения залежей УВ в отложениях мезозоя ЗСП. – Томск, 2002. – 217 с. – Деп. в ВИНТИ. № 2343-В2001.
4. Устинова В.Н. Горкальцев А.А. Геологические модели продуктивных отложений Каймысовского свода. – Известия высших учебных заведений. Геология и разведка. – М., – 2008. – №6. – С. 55–62.
5. Худорожков Г.П., Негоденко В.С., Иванов И.А. Прогноз зон развития коллекторов горизонта Ю₁ васюганской свиты центральной части Каймысовского свода // Геологическое строение и нефтегазоносность юго-востока Западной Сибири. – Новосибирск: Изд-во СНИИГГИМС, 1989. – С. 123–131.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИЗУЧЕНИЯ СЕЙСМИЧЕСКОЙ АНИЗОТРОПИИ ГЕОЛОГИЧЕСКОГО РАЗРЕЗА ПО ДАННЫМ МНГОВОЛНОВОГО ВЕРТИКАЛЬНОГО СЕЙСМИЧЕСКОГО ПРОФИЛИРОВАНИЯ И ПЛОЩАДНЫМ СЕЙСМИЧЕСКИМ НАБЛЮДЕНИЯМ

Е. В. Афонина¹, П. С. Бекешко²

Научный руководитель доцент С.Б. Горшкалев²

¹Институт нефтегазовой геологии и геофизики СО РАН, г. Новосибирск, Россия

²Новосибирский государственный университет, г. Новосибирск, Россия

В последнее время наблюдается большой интерес к изучению анизотропии горных пород, экспериментально обнаруженной во многих районах. Использование многоволновых методов позволяет однозначно определять азимутально-анизотропные интервалы разреза, связанные с направленной трещиноватостью и, таким образом, прогнозировать направление максимальной проницаемости коллектора [1]. В работе представлены результаты обработки данных ВСП одной из скважин в Западной Сибири, по которым был проведен поляризационный анализ и результаты азимутального скоростного анализа по 3D наблюдениям на продольных волнах. Сделаны предположения о причинах анизотропии геологического разреза.

На этой скважине при воздействии со всех ПВ регистрируется прямая поперечная волна, обладающая сложной поляризацией и имеющая составляющие вектора смещения на тангенциальной Y-компоненте, перпендикулярной лучевой плоскости. Тип воздействия источника – осесимметричный, а при таком воздействии в изотропной среде на тангенциальной компоненте сигнал поперечной волны должен отсутствовать. Этот факт однозначно свидетельствует об азимутальной анизотропии верхней части разреза на глубинах до 100-150 м.

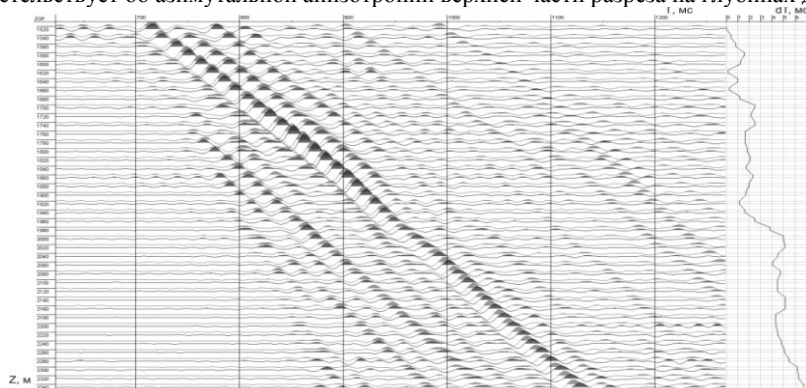


Рис. 1. ПВ 4. PS-волны. Результат разделения быстрой (светло-серый) и медленной (темно-серый) нисходящих обменных волн и временной сдвиг между ними

Обменные волны, как нисходящие, так и восходящие, при воздействиях с многих ПВ, также имеют интенсивную Y-компоненту смещения при субгоризонтальном залегании границ, что свидетельствует об азимутальной анизотропии разреза, вскрытого скважиной. Для определения направления векторов смещения быстрой и медленной поперечных волн, с помощью программы VSPLab [2] было осуществлено разделение этих волн, основанное на поиске максимума функции взаимной корреляции на двух ортогональных компонентах [3].

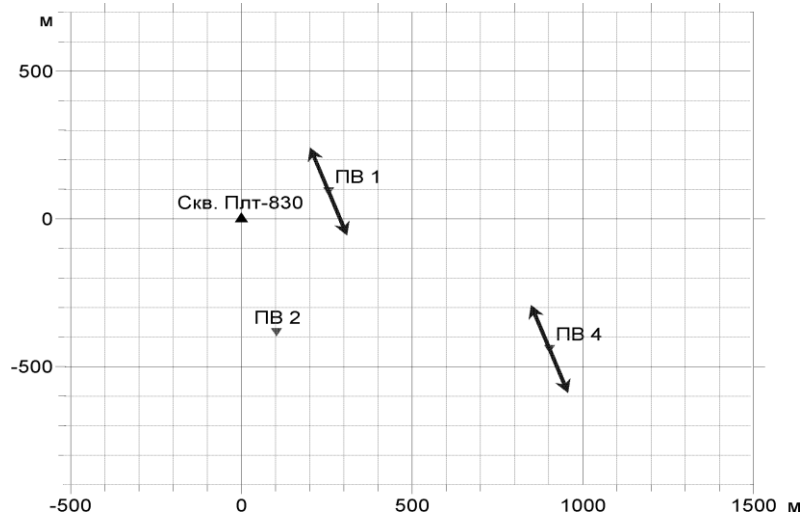


Рис. 2. Направление поляризации быстрой волны, определённое по данным с ПВ 1 и ПВ 4

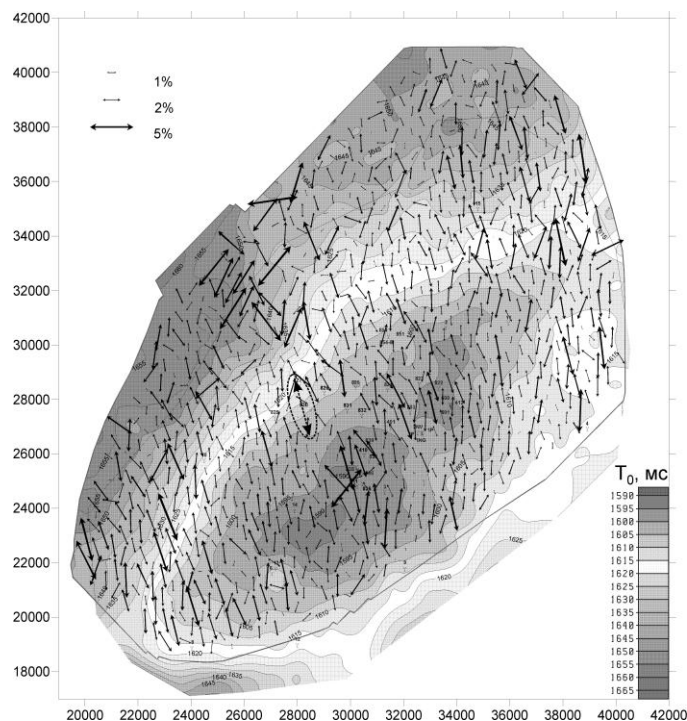


Рис. 3. Сопоставление направлений максимальной скорости суммирования по 3D и направление вектора смещения быстрой поперечной волны по ВСП (выделена овалом)

Поляризационный анализ был проведен по прямой поперечной волне, зарегистрированной при воздействии с ПВ 1. В результате азимут поляризации быстрой поперечной волны составил 160° .

В интервале глубин 1520-2340 м был проведён поляризационный анализ нисходящих обменных волн, образовавшихся на горизонте I^6 при воздействии с ПВ 4, результаты которого приведены на рис. 1. Здесь наблюдается устойчивое разделение быстрой PS_1 и медленной PS_2 обменных волн, временной сдвиг между которыми закономерно растёт от 0 мс на глубине 1520 м до 7 мс на глубине 2340 м. Поляризация волны PS_1 имеет азимут 165° .

Такой же анализ был проведен по прямой поперечной волне, зарегистрированной при воздействии с ПВ 1. В результате азимут поляризации быстрой поперечной волны составил 160°

Таким образом, результаты поляризационного анализа, проведённого по ПВ 1 и ПВ 4, показывают, что азимутальная анизотропия обнаруживается в большом диапазоне глубин, причём азимут поляризации быстрой волны остаётся постоянным (рис. 2). Такая анизотропия может быть вызвана наличием преимущественного направления субвертикальной трещиноватости или ориентации вытянутых зёрен песчаника.

Ориентация зёрен возможна в условиях осадконакопления при наличии течения, либо может быть вызвана переупаковкой зёрен при горизонтальном тектоническом напряжении.

Результаты анализа анизотропии по данным ВСП согласуются с результатами азимутального скоростного анализа отраженных продольных волн по данным 3D. Для исследования распределения параметров азимутальной анизотропии по площади был использован азимутальный скоростной анализ продольных волн по наземным данным. Такой анализ позволяет определить зависимость эффективной скорости от азимута [4]. Вблизи скважины максимальная скорость суммирования определена в направлении, совпадающем с азимутом вектора смещения быстрой поперечной волны. На рисунке 3 показано распределение по площади направлений большой полуоси эллипса эффективной скорости и структурная карта по горизонту CD_3 , длина стрелки пропорциональна степени анизотропии.

По полученным результатам можно предположить, что в данном случае существование сейсмической анизотропии геологического разреза вызвано условием осадконакопления, поскольку направления векторов, определенные по 3D данным, не отражает структуру складки, которая должна влиять на напряженное состояние в среде.

В работе продемонстрированы результаты изучения анизотропии геологического разреза по данным многоволнового ВСП и по 3D данным с использованием азимутального скоростного анализа отраженных продольных волн.

Проведено сопоставление полученных результатов по двум этим методам. Независимо от причины азимутальной анизотропии, направление поляризации быстрой поперечной волны будет совпадать с направлением максимальной проницаемости коллектора, что является важным фактором при планировании разработок месторождений.

Литература

1. Гальперин Е.И., Вертикальное сейсмическое профилирование. -М. Недра, 1971
2. Царапкин М.Е. Модуль детерминистической деконволюции для системы обработки данных ВСП «VSPLab» //Студент и научно-технический прогресс: Материалы XLIX международной научной студенческой конференции - Новосибирск, 2011
3. Оболенцева И.Р. и Горшкалев С.Б., Алгоритм разделения интерферирующих поперечных волн в анизотропных средах, - Москва: Физика Земли, 1986 - №11, - С.101-105.
4. Grechka V., Tsvankin I., Cohen J. Generalized Dix equation and analytic treatment of normal-moveout velocity for anisotropic media // Geophysical Prospecting, 1999, v.47, pp. 117-148.

ВЫДЕЛЕНИЕ ЛИТОЛОГИЧЕСКИХ РАЗНОВИДНОСТЕЙ КАРБОНАТНЫХ ПОРОД В РАЗРЕЗАХ СКВАЖИН.

В.Н. Бабов, С.М. Шевченко

Научный руководитель главный научный сотрудник отдела петрофизики и обоснования алгоритмов ГИС С.М. Шевченко

Томский научно-исследовательский и проектный институт нефти и газа, г.Томск, Россия

Успех обработки и интерпретации карбонатных коллекторов во многом зависит от точности оценки литологии. Практически все существующие методики обработки и интерпретации карбонатного разреза основываются на кросс-плотах НКТ-ГГКп, АК-НКТ, АК-ГГКп и предназначены в основном для ручного способа обработки результатов для карбонатного межзернового коллектора. Системы уравнений, описанные в литературе, с одновременной оценкой пористости и долей карбонатных пород не являются исчерпывающими, например плотность породы равна 2.68 г/см^3 , а интервальное время равно 164 мкс/м . Вопрос - порода относится к плотным известнякам или пористым доломитам?

Алгоритм основан на разнонаправленном влиянии литологии на методы НКТ (НГК), ГГК и АК. По данным НКТ (НГК) и ГГКп определяется общая пористость, а по АК - межгранулярная. Причем литология завывает пористость, определенную по НКТ (НГК) при переходе от известняков к доломитам, и занижает пористость, определенную по ГГКп и АК. Совместная обработка этих методов позволяет ослабить влияние пористости и усилить влияние литологии. В результате работы программы на выходе получаются: коды литологии - известняков, доломитов, доломитизированных известняков; общая пористость по НКТ (НГК) и ГГКп, межгранулярная по АК с учетом литологии (смеси пород известняков-доломитов) и вторичная пористость.

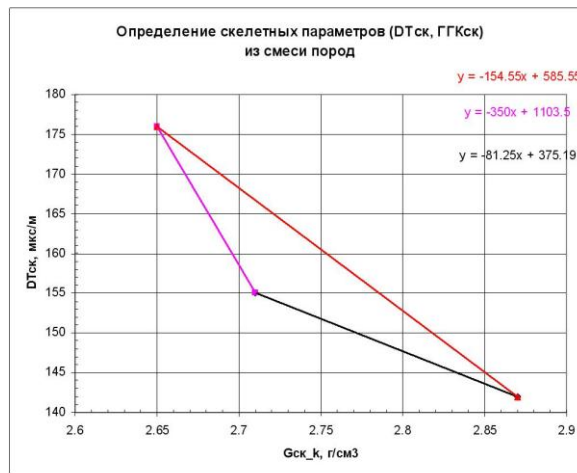


Рис. 1. Номограмма Gск-DTск

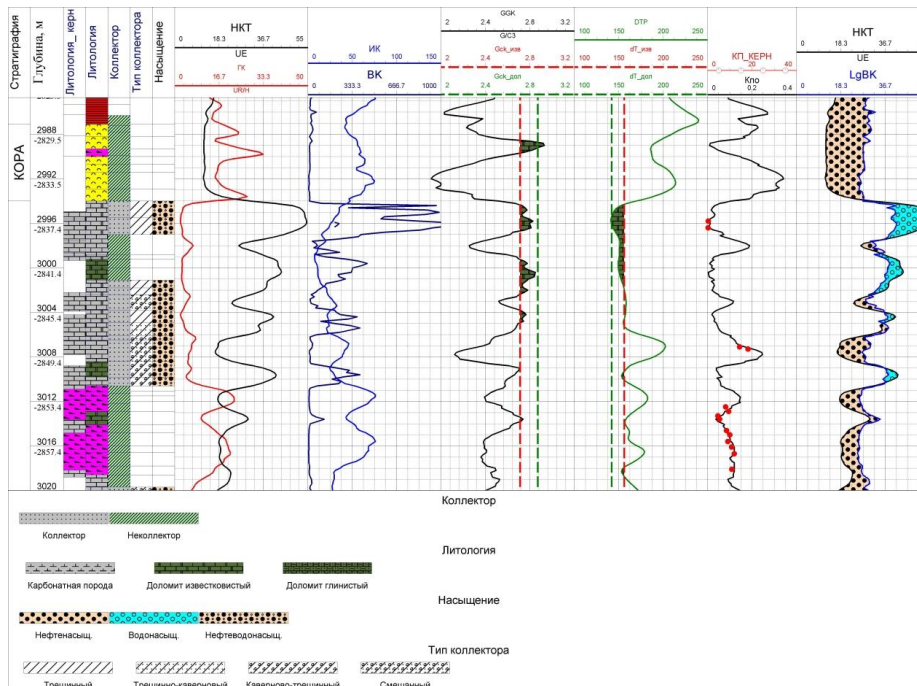


Рис. 2. Пример результатов обработки данных ГИС для карбонатного разреза

В общем виде определение литологии карбонатных пород проводится в несколько этапов. На первом этапе по методу ГК (гамма-каротажа) проводится разделение на карбонатные породы и глины. В качестве вспомогательных используются методы НКТ, БК, АК. На втором этапе определяется литология предварительно выделенных карбонатных пород. Для этого по нейтронному каротажу (НКТ, НК) рассчитывается пористость для известняков и доломитов (формируется два массива нейтронной пористости). Для каждой точки разреза проводится сопоставление $K_{п_нк_изв} - ГГКп$ и $K_{п_нк_дол} - ГГКд$. При этом определяются координаты каждой точки относительно линий известняков и доломитов. По этим координатам рассчитываются содержания известняков (Сизв) и доломитов (Сдол), кажущаяся плотность скелета ($G_{ск_к}$), соответствующая смеси известняков-доломитов. Используя номограмму $G_{ск_к} - DT_{ск_к}$, можно определить интервальное время скелета $DT_{ск_к}$ для смеси известняк - доломит.

Определение литологических кодов проводится по следующим правилам:

Если $Dgk \leq Dgk_{кр}$, то порода принадлежит карбонатам (с учетом высоких значений НКТ, БК и низких значений АК), иначе порода принадлежит глинам.

Далее обрабатываются интервалы разреза с кодом (карбонатная порода).

Если $0.8 < \text{Сизв} \leq 1$ ($0 < \text{Сдол} < 0.2$), то порода принадлежит известнякам.

Если $0.2 < \text{Сизв} \leq 0.8$ ($0.2 < \text{Сдол} < 0.8$), то порода принадлежит известнякам доломитизированным.

Если $0 \leq \text{Сизв} < 0.2$ ($0.8 < \text{Сдол} \leq 1$), то порода принадлежит доломитам.

При необходимости интервалы разбиения можно сделать более дробными и ввести дополнительные коды, например, доломит известковистый и т.д.

Если $\text{Dgk} \Rightarrow \text{Dgk}_{\text{кг}}$ и $\text{Rбк} \leq 10$ Ом, то порода относится к эффузивам.

Если $\text{Dgk} \Rightarrow \text{Dgk}_{\text{кг}}$ и $\text{Rбк} > 30$ Ом, то порода относится к глинам карбонатизированным.

На третьем этапе проводится расчет пористостей по результатам нейтронного и плотностного каротажа с учетом выделенных литологических разностей:

$$Kп_{\text{нк}} = \text{Сизв}Kп_{\text{нк_изв}} + \text{Сдол}Kп_{\text{нк_дол}}, \quad (1)$$

$$Kп_{\text{ГГК}} = \text{Сизв}Kп_{\text{ГГК_изв}} + \text{Сдол}Kп_{\text{ГГК_дол}}, \quad (2)$$

$$Kп_{\text{общ}} = \frac{Kп_{\text{нк}} + Kп_{\text{ГГК}}}{2}, \quad (3)$$

При использовании акустического каротажа определение пористости ($Kп_{\text{ак}}$) проводится по уравнению среднего времени, с использованием интервального времени скелета DTск_k , рассчитанному для смеси пород известняк-доломит-песчаник (рис.1).

Пример обработки ГИС в карбонатном разрезе представлен на рисунке 2. На рисунке видно, что литология, определенная по данным ГИС хорошо совпадает с литологией, определенной по керну.

При интерпретации следует учитывать, что пористость по АК, рассчитанная по уравнению среднего времени, в кавернозных интервалах занижается относительно общей пористости, а в трещиноватых интервалах завышается. В кавернозных интервалах каверны распределены неравномерно. За счет этого головная волна проходит по блоку породы, практически не ощущая влияния каверн. Это используется для определения каверновой пористости ($Kп_{\text{кав}}$). Интервальное время прохождения головной волны в трещиноватых участках разреза в большой степени зависит от ориентации трещин. Поэтому на данном этапе обработки данных ГИС выделение трещиноватых участков разреза проводится на качественном уровне, по превышению $Kп_{\text{ак}}$ над $Kп_{\text{общ}}$ и по фазокорреляционным диаграммам.

Литература

1. Александров Б.Л. Изучение карбонатных коллекторов геофизическими методами. – М: Недра, 1979. – 73с.
2. Вендельштейн Б.Ю., Резванов Р.А. Геофизические методы определения параметров нефтегазовых коллекторов. – М. «Недра», 1978. – 318с.
3. Головацкая И.В., Гулин Ю.А. Комплексная интерпретация материалов ГГК, НК, АК, ГК, полученных серийной аппаратурой, для определения емкостных свойств горных пород: Методические рекомендации. – Калинин 1984.
4. Итенберг С.С. Интерпретация результатов геофизических исследований скважин. – М., Недра, 1987, – 257с.
5. Итенберг С.С., Шнурман Г.А. Интерпретация результатов каротажа сложных коллекторов. – М.: Недра, 1984 – 256 с.

ОПЫТНО-ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПО ОПТИМИЗАЦИИ ЭЛЕКТРОРАЗВЕДОЧНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ КАРТИРОВАНИЯ ПОДЗЕМНЫХ КОММУНИКАЦИЙ

Д.В. Батраков, В.И. Гервальд, А.Э. Курилова

Научный руководитель профессор Н.Е. Фоменко

Южный Федеральный университет, г. Ростов-на-Дону, Россия

Авторами были инициированы и выполнены работы по оценке информативности различных геофизических методов для решения задач выявления, картирования и диагностики подземных коммуникаций с целью последующей оптимизации комплекса этих методов для геологических условий г. Ростова-на-Дону. Работы выполнялись на выбранной для экспериментов площадке с развитой сетью подземных коммуникаций на территории Южного Федерального Университета (ЮФУ), представленных теплосетью, водопроводом, канализацией и линиями силовых и телефонных кабелей.

Следует отметить, что затронутая проблема не является новой. В тоже время она не до конца решена, поэтому не теряет актуальности на сегодняшний день [1-5]. Наибольшие сложности возникают в тех случаях, когда плотность подземных сооружений и их изношенность наиболее высоки, а картографические сведения не всегда точно отображают их реальное местоположение или частично отсутствуют. Следует подчеркнуть, что перегруженность подземного пространства влечет за собой опасность влияния различных подземных сооружений друг на друга и на поверхностные объекты.

Примененные методы и технологии. Метод георадиолокации (РЛЗ) основан на изучении отклика среды на излучаемое электромагнитное поле высокой частоты и относится к современным, прогрессивным

геофизическим технологиям. Достоинством этого метода является его универсальность, возможность проводить исследования в условиях городских агломераций, а самое главное - мобильность и компактность установки [1]. Прослеживание деформаций поля и, соответственно, его аномалий в толщах, содержащих подземные коммуникации, эффективно в основном в высокоомных разрезах, что не характерно для лессовых осадков Ростовской области. Георадиолокационные съемки выполнялись с помощью георадара ОКО-2 АБ 400 МГц.

Магниторазведочные работы производились с использованием квантового магнитометра ММ-60М. Съемка состояла в регистрации значений магнитного поля на двух высотах: 0,2 и 2,0 м.

Технология электропотенциального томографического зондирования (ЭПТЗ) относится к одной из модификаций электротомографии, осуществляемой с помощью орто-осевой электроразведочной установки. Её применение даёт возможность получать сведения не только об изменении разреза на глубину, но и о наличии локальных неоднородностей вдоль заданных профилей. Принцип объемного сканирования, сочетающего элементы и зондирования, и профилирования, достигается путем последовательного смещения электроразведочной установки по направлению профиля или ортогонально ему на шаг, кратный измерительной линии MN, которая перемещается с постоянным шагом, увеличивая разнос r в арифметической прогрессии [6].

Метод заряда с магнитной антенной (МЗТ) предусматривает электромагнитное профилирование по схеме гальваническое возбуждение – индуктивный прием с подключением одного питающего электрода непосредственно к подземному объекту. Новым является использование элементов пространственной электрической фильтрации [7].

Результаты исследований иллюстрируются рисунком. Новизной работы является выявление и исследование аномальных значений геофизических полей в сложных геолого-технических условиях, т.е. в местах максимального насыщения подземного пространства коммуникациями, с использованием как существующих, так и новых геофизических методов и технологий. В частности, на рисунке показаны примеры двухэтапных работ, включающих первоначальное обнаружение мест прохождения коммуникаций магниторазведкой и ЭПТЗ и последующую детализацию материалов двухчастотного электромагнитного профилирования при «зарядах» в различные по назначению коммуникации.

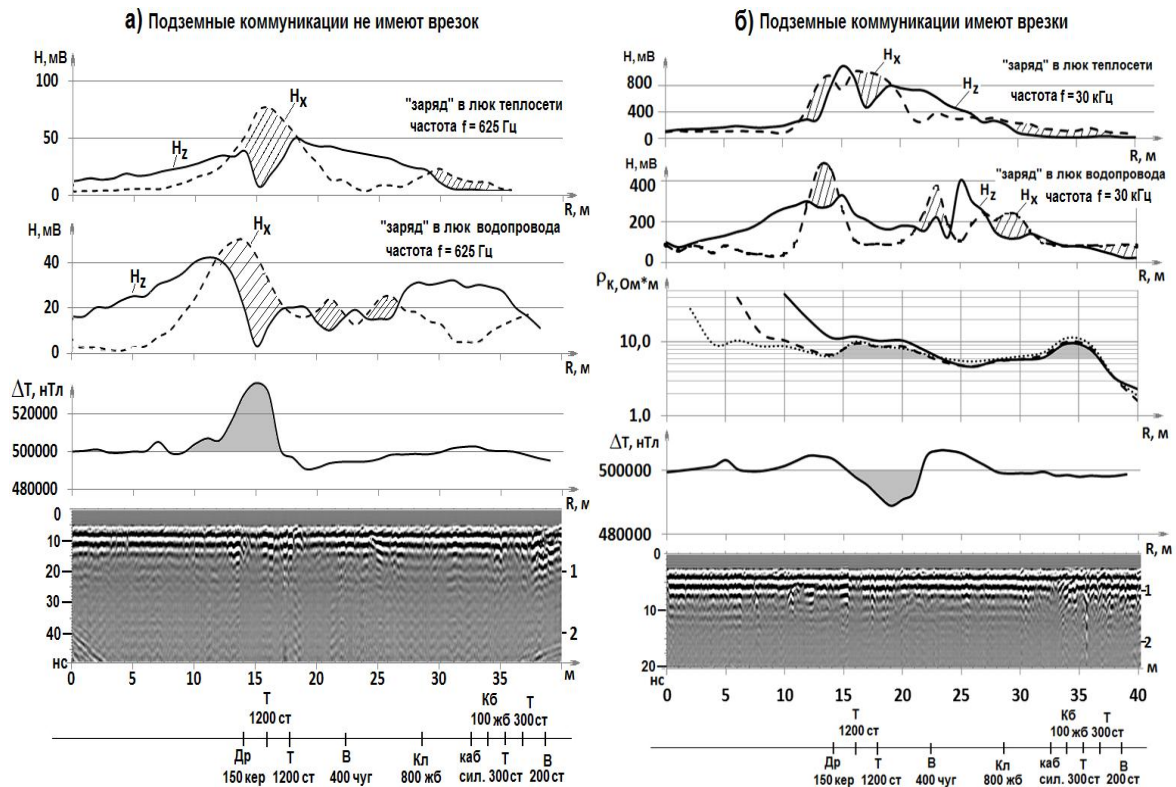


Рис. Сопоставление графиков аномальных значений электромагнитных полей в разрезах, содержащих подземные коммуникации

Др, Т, В, КЛ – трубы: дренажная, теплосети, водопровода, канализации; каб – кабель.
Hx, Hy, Hz – горизонтальные и вертикальная составляющие напряженности магнитного поля при измерениях МЗТ, ρ_k – кривые ЭПТЗ, сопоставленные в форме электропрофилирования, ΔT – кривая магниторазведочных наблюдений.

В результате анализа приведенных данных можно сделать следующие выводы и рекомендации.

Магниторазведка, ЭПТЗ и РЛЗ относятся к поисковым, весьма мобильным и бесконтактным методам, позволяющим получать информацию о наличии в приповерхностных отложениях нитевидных локальных объектов, в частности, различного типа трубопроводов силовых и телефонных кабелей.

Технологии МЗТ являются инструментом детализации, предусматривающим контакт с изучаемым объектом (трубой, кабелем) с задачей диагностики анализируемого объекта или их совокупности.

При совместном нахождении труб разного диаметра, выявление и диагностику труб большего диаметра следует выполнять электромагнитным профилированием МЗТ на более низких частотах. То есть, метод заряда на разных частотах дает возможность изучить аномальность от труб в зависимости от их диаметра и глубины залегания. При «заряде» в трубу большего диаметра аномалии от труб меньшего диаметра практически не проявляются.

Наличие под существующими трубопроводами старых, не действующих труб фиксируется смещением экстремальных значений вертикальной H_z и горизонтальной H_x составляющих электромагнитного поля.

Места врезок, в том числе несанкционированных, отмечаются на графиках H_z и H_x резким изменением формы и ширины аномалии. Дополнительным признаком является перемена знака аномалий, что также характерно и для аномалий, полученных при магниторазведочных съемках.

Кабели силовые, телефонные и прочие выявляются интенсивными аномалиями естественного электромагнитного поля с использованием трехкомпонентных датчиков в диапазоне 30 кГц.

Литература

1. Геоэкологическое обследование предприятий нефтяной промышленности / Под ред. В.А.Шевнина, И.Н.Модина. – М.: РУСО, 1999. – 511 с.
2. Горошевский В.П., Камаева С.С., Колесников И.С. Артерии подземного города // Наука в России, – М., 2005, – №2, – С. 45-47.
3. Камаева С.С., Горошевский В.П., Колесников И.С. «Видящие» сквозь землю // Наука в России, – М., 2003, – №6, – С. 13-17.
4. Крапивский Е.И., Кобрунов А.И., Демченко Н.П. и др. Комплексование дистанционных геофизических методов для оценки технического состояния трубопроводов // Российский геофизический журнал. – СПб.: ВИРГ–Рудгеофизика, 2000, – №19-20, – С – 99-104.
5. Модин И.Н. и др. Трубопроводы – новый объект геофизических исследований: Изыскания под строительство, контроль местоположения, состояния и мониторинг. Горная геофизика: Сб.ст., Междунар. Конф., 22-25 июня 1998 г., г.Санкт-Петербург, Россия. – СПб.: ВНИМИ, 1998. – С.108 – 113.
6. Фоменко Н.Е., Гапонов Д.А. Геофизический модуль в системе геоэкологического мониторинга территорий размещения промышленных и бытовых отходов. //Известия вузов. Северо-Кавказский регион. Естественные науки, 2010. –№4. – С.115-119.
7. Фоменко Н.Е., Порфилкин Э.Г., Боровик Н.Ю. Электроразведочные методы пространственной фильтрации при изучении сложнопостроенных структур // Геофизика. – М., –2007. – N2. – С. 56-63.

МОНИТОРИНГ И ОЦЕНКА АНТРОПОГЕННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ ГАЗОПРОВОДОВ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ

А. А. Бекеров

Научный руководитель профессор М. Ю. Катаев

**Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники,
г. Томск, Россия**

Магистральные газопроводы являются сооружением повышенной опасности и требуют постоянного контроля для предотвращения аварий, которые сопровождаются значительным негативным воздействием на экосистему, материальным ущербом. При этом даже безаварийная эксплуатация приводит к изменениям окружающей среды в районе проложения газопроводов. Из-за охвата больших площадей территории России предприятиями газодобычи, транспортировки, хранения и переработки углеводородов невозможно контролировать экологическую ситуацию существующими локальными или аэромобильными средствами. В этой связи только космические данные, получаемые регулярно, охватывающие огромные площади, позволяют получать оценку экологического состояния исследуемой территории.

Целью данной работы является исследование космических снимков для выявления особенностей различных изменений в экосистеме за определенный промежуток времени.

Эксплуатация газовых магистралей влечет за собой интенсивное поступление метана, который является основным парниковым газом (в 23 раза сильнее влияющий на климатообразующие факторы, чем углекислый газ). Вторым негативным фактором является окисление метана до формальдегида, который является качественной характеристикой поступления метана в атмосферу. Результатом воздействия формальдегида на растения является стрессовая ситуация, когда угнетаются синтетические процессы и, соответственно, уменьшается содержание хлорофилла в листьях растений.

Для выявления изменений содержания хлорофилла в листьях (а именно выявление воздействия газопровода на окружающую среду) с течением времени используется нормализованный вегетационный индекс NDVI (Normalized Difference Vegetation Index – это отношение разности интенсивностей отраженного света в

инфракрасном и красном диапазонах спектра к их сумме). Зеленая область спектра характеризует поглощение солнечной радиации хлорофиллом.

В данной работе были использованы снимки Томской области спутника MODIS за период 9.01-11.12 2011 года. С помощью языка программирования Python реализован алгоритм выявления изменений двух снимков (рис. 1, 2), полученных в разное время.

Результат обработки разновременных снимков показан на рис. 3, а на рис. 4 изображено кластеризованное изображение, позволяющие наблюдать за областями, в которых за данный промежуток времени произошли изменения. Эти изменения нами будут связываться с типами поверхности, типами почв, где произошли изменения и другими источниками информации о поверхности Земли и атмосфере.

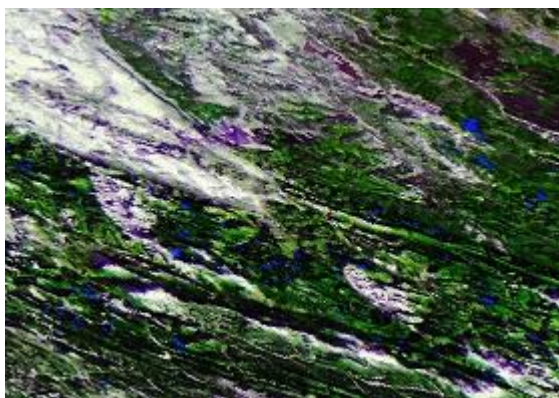


Рис. 1. 9.01.2011г. Томская обл.

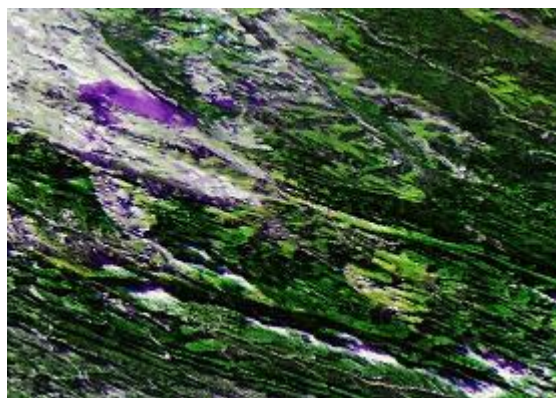


Рис. 2. 11.12.2011г. Томская обл.

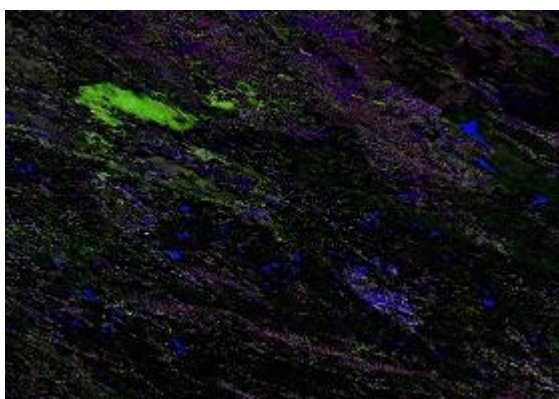


Рис. 3. Изменения за период 9.01-11.12 2011 г.

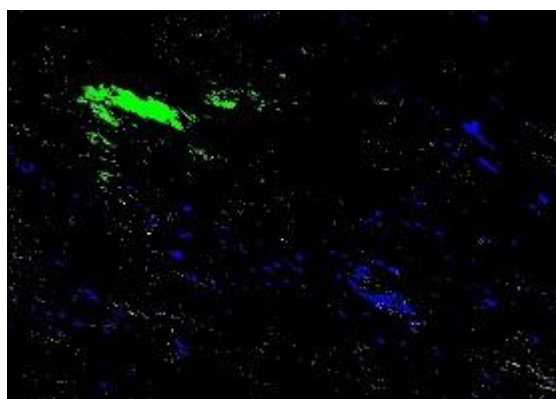


Рис. 4. Кластеризованное изображение изменений

Данный алгоритм обработки данных MODIS ляжет в основу разработки информационно-аналитической гео-информационной системы (ГИСИА), которая позволит накапливать, отображать, преобразовывать и анализировать спутниковую информацию с целью оценки экологической обстановки в районе действия нефтегазового комплекса Западной Сибири. С одной стороны, оценка экологической ситуации относится к производственному процессу, результаты которого определяют организационные и управленческие решения. С другой стороны, экологическая обстановка является мерой безопасности, которая определяет непрерывную работу газотранспортной системы.

ВЛИЯНИЕ КАРБОНАТИЗАЦИИ ПОРОД НА ЛОКАЛИЗАЦИЮ УГЛЕВОДОРОДОВ В РАЗРЕЗАХ ФЕДОРОВСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ (ПО ГЕОФИЗИЧЕСКИМ ДАННЫМ)

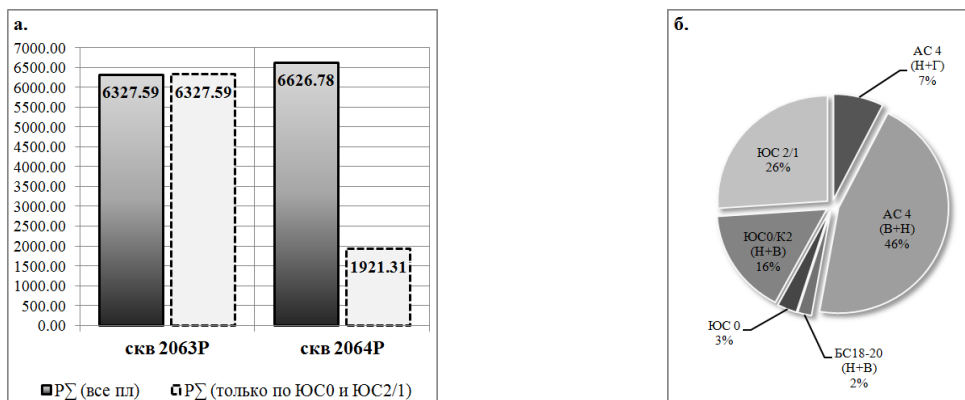
А.А. Беспалов

Научный руководитель доцент Г.Г. Номоконова

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Проведен анализ результатов геофизических исследований скважин (ГИС) Федоровского нефтегазоконденсатного месторождения, расположенного в центральной наиболее приподнятой части Сургутского свода. Месторождение по количеству выявленных нефтяных залежей относится к многопластовым. Характерны залежи с газовыми шапками в пластах группы АС. Промышленные запасы углеводородов приурочены к залежам пластов и групп горизонтов ЮС, ачимовской толщи, БС и АС. Выявлена нефтеносность баженовской свиты (пласты ЮС0).

Разрезы для специального исследования выбраны по результатам обработки данных интерпретации ГИС и результатов испытания скважин. Продуктивность разреза (Р) оценивалась как сумма произведений эффективной мощности, коэффициента пористости и коэффициента нефтенасыщенности пластов. Объектом исследования стали разрезы двух скважин (2063Р и 2064Р), которые практически не различаются по осредненным петрофизическим характеристикам и суммарной продуктивности пластов, но существенно различаются по распределению нефтеносности по пластам разреза (рис. 1). В разрезе скважины 2064Р нефтеносность относительно равномерно распределена между меловыми (АС, БС) и юрскими пластами (ЮС), а в разрезе скважины 2063Р – сосредоточена в юрских пластах.



а) суммарный параметр продуктивности (для всех пластов разрезов и отдельно для юрских пластов)

б) диаграмма распределения углеводородов по пластам разреза 2064Р

Рис. 1. Диаграммы нефтеносности сравниваемых разрезов

По данным ГИС принципиальное различие сравниваемых разрезов заключается в геофизических особенностях пачки подачимовских глин (мощность порядка 24-х метров) сортымской свиты, непосредственно залегающих на баженитах пласта ЮС0. По комплексу геофизических параметров (низкие показания методов сопротивления БК, ИК, КС, повышенное водородосодержание по нейтронному каротажу (НКТ) и повышенная естественная радиоактивность (ГК), рис. 2) подтверждается морское происхождение глинистой пачки.

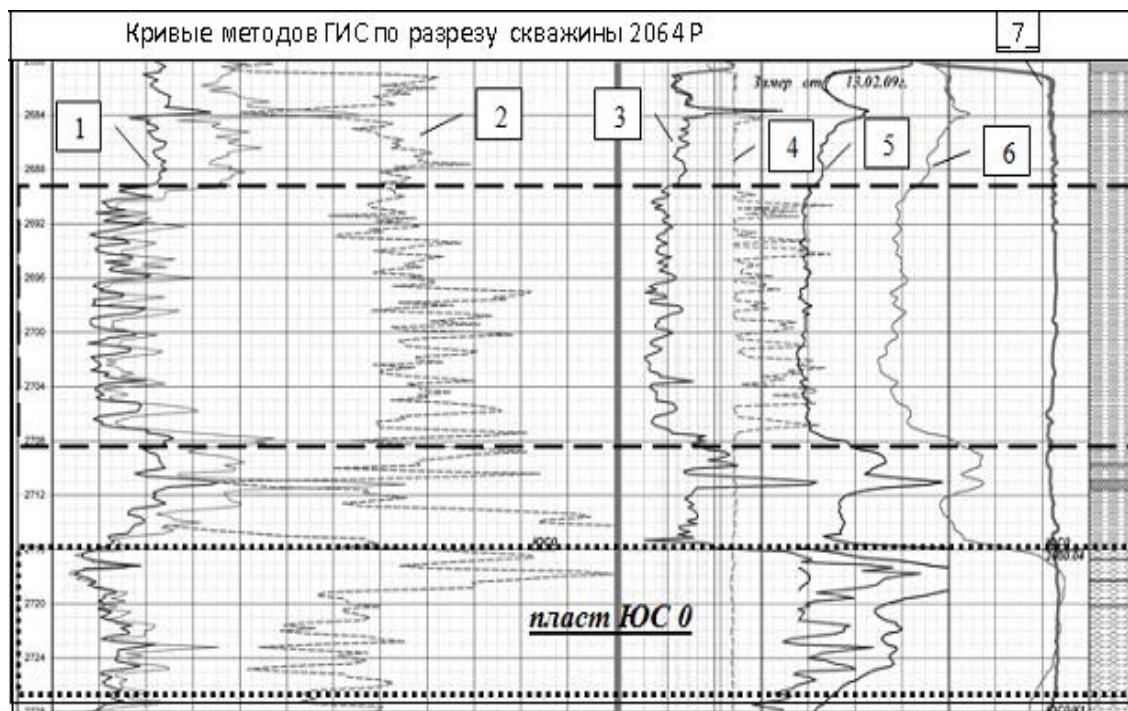


Рис. 2. Геолого-геофизический разрез контактной зоны юрских и меловых отложений. Выше пласта ЮС0 (баженинты) изоляционные свойства перекрывающих отложений нарушены (выделено штрихом)
Кривые методов: 1 – НКТ (разные зонды), 2 – ГК, 3 – КС, 4 – калвернометрии, 5 – БК, 6 – ИК, 7 – ПС

В разрезе скважины 2063P вышеназванные изменения геофизических параметров усиливаются с глубиной, то есть по направлению к перекрываемому продуктивному пласту баженитов ЮС0. При этом на границе с пластом (нижняя часть подачимовской пачки мощностью 12 м) располагаются глины с аномальными физическими свойствами, по совокупности указывающими на аномально низкую проницаемость глин, то есть на хорошее качество покрышки. Поскольку в разрезе скважины 2063P нефтеносным является только юрский разрез, а изоляционные свойства баженовской свиты ухудшились в связи с локализацией в ней пластов-коллекторов, то аномальная подачимовская пачка, скорее всего, выступает в качестве покрышки для всего верхнеюрского нефтегазового комплекса, как это имеет место в отношении баженовской свиты на месторождениях юго-востока Западной Сибири (Томская область).

Подачимовская глинистая пачка в разрезе скважины 2064P отличаются как по уровню значений геофизических параметров, так и по отсутствию вышеописанного тренда их изменения в направлении к пласту ЮС0 (рис. 2). Она менее радиоактивна (медианное значение показаний ГК равно 4.5 мкР/час в сравнении с 20-ю в скважине 2063P), и обладает большим электрическим сопротивлением (14,5 Ом*м в сравнении с 5,2).

Кроме того в разрезе скважины 2064P против подачимовской пачки наблюдается аномально изрезанный график кавернометрии. По показаниям микрозондов сопротивления подачимовская пачка выделяется как коллектор. Графики показаний акустического каротажа и плотностного гамма-гамма-каротажа зеркально повздорят друг друга и столь же изрезаны, как и график изменения диаметра скважины. Между естественной радиоактивностью и водородосодержанием выявлена отрицательная корреляционная зависимость (рис. 3). Все эти свойства подачимовской пачки не только не характерны для разреза скважины 2063P, но и вообще для глинистого разреза.

Таким образом, в разрезе скважины 2064P практически отсутствует хорошая покрышка выше баженовской свиты. И пласты-коллекторы нефтенасыщены как в юрских, так и в нижнемеловых отложениях. Поскольку суммарная продуктивность двух сравниваемых разрезов примерно одинакова (рис. 1), напрашивается вывод, что повышенная проницаемость пары «баженевская свита+подачимовская пачка» в разрезе скважины 2064P и могла являться причиной нефтенасыщенности нижнемеловых пластов. В разрезе 2063P с хорошей покрышкой баженитов нефть удерживается в пределах пластов-коллекторов верхнеюрского разреза.

В чем причина изменения фильтрационных свойств подачимовской пачки?

В разрезе скважины 2064P между пластом ЮС0 и измененной подачимовской пачкой (рис. 2) располагаются породы со следующей геофизической характеристикой: высокие значения показаний методов электрического сопротивления и нейтронных методов, низкое интервальное время по акустическому каротажу и повышенная плотность по ГГК-п, низкая естественная радиоактивность по ГК. По совокупности геофизических признаков это карбонатизированная порода, на результатах интерпретации данных ГИС обозначаемая как «плотная порода». На отдельных небольших интервалах в пределах подачимовской пачки наблюдаются такие же соотношения между физическими параметрами. Геофизические особенности пород подачимовской пачки в разрезе 2064P скорее всего указывают на то, что они карбонатизированы.

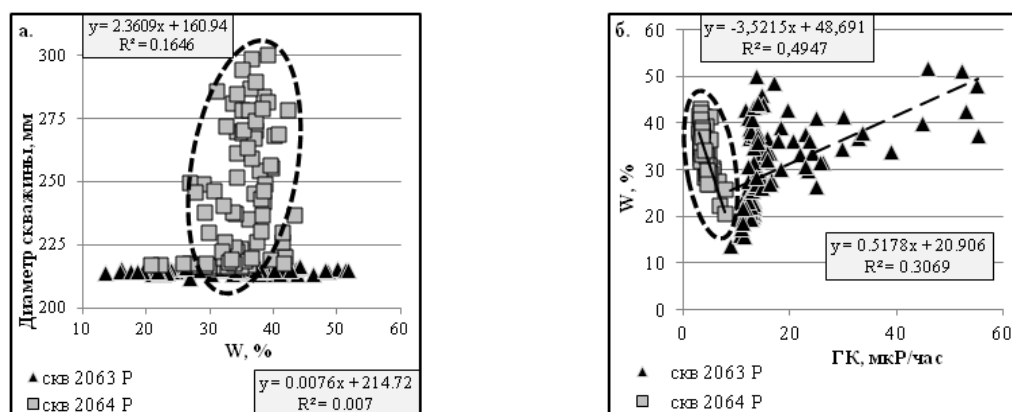


Рис. 3. Особенности корреляционных взаимосвязей геофизических характеристик подачимовской пачки в сравниваемых разрезах

В разрезах месторождений углеводородов карбонатизация является довольно распространенным явлением. На месторождениях с нефтеносностью исключительно Верхнеюрского нефтегазового комплекса она характерна для юрских отложений и захватывает пласты Ю1 верхневасюганской подсвиты и нижние части баженовской свиты (Беспалов, 2011, Номоконова, Гарус, Коровин, 2011).

Максимум глинистости пород смещен к кровле баженовской свиты и распространяется на низы куломзинской свиты (стратиграфический аналог сортынской свиты), что создает хорошую покрышку для пластов Ю1. Нефтеносность баженовской свиты не выявлена.

Создается впечатление, что эти месторождения и два исследованных разреза Федоровского месторождения можно расположить в один ряд по положению максимума развития карбонатизации пород

относительно баженовской свиты и соответственно нефтеносности ее самой и подстилающих или (и) перекрывающих осадочных комплексов.

Таким образом, видно, что верхнеюрские пласты потеряли большую часть УВ, которые мигрировали в нижнемеловые отложения, а именно в пласты БС 18-20 и АС 4 (рис. 1б).

Причиной сложившейся ситуации может служить только повышение проницаемости покрышки, перекрывающей нефтеносные отложения баженовской свиты пласта ЮС0. Действительно, если обратиться к каротажным кривым этого участка (рис. 2), то увидим резкие изменения диаметра скважины на очень коротких интервалах по данным кавернометрии (кривая № 4).

Образование каверн говорит об увеличении хрупкости аргиллитов, слагающих покрышку. Тем не менее, по кривым сопротивления (БК и КС), ГК и НКТ на этом участке не выделяются участки проявления локальной карбонатизации (больше всего подверженные растрескиванию и образованию каверн).

По данным микрозондов (МГЗ и МПЗ) этот участок выделяется как коллектор. Также стоит отметить, что кривая ГГК-п очень изрезана на рассматриваемом участке и по ней достаточно четко выделяются интервалы повышенной плотности. Таким образом, можно сделать предположение, что на данном интервале присутствует карбонатизация в рассеянной форме.

Рассматривая корреляционную зависимость между показаниями кавернометрии и водородосодержанием в скважине 2064Р, можно отметить, что наблюдается зависимость, близкая к прямой (в отличие от скважины 2063Р, рис. 3а). Данный факт говорит о том, что в скважине 2064Р на водородосодержание оказывает влияние увеличение диаметра скважины, следовательно, данные НКТ нельзя считать полностью достоверными.

Также в скважине 2064Р наблюдается обратная зависимость между водородосодержанием и естественной радиоактивностью пород (рис. 3б), слагающих покрышку пласта ЮС0. Это обстоятельство противоречит стандартной модели карбонатизации: показания ГК понижены, а показания НКТ повышены (W – понижено). Поэтому можно заключить, что процессы карбонатизации на Федоровском месторождении носят более сложный характер, стандартная модель здесь не совсем подходит и требуется более глубокое изучение этих процессов.

Можно сделать основные выводы по результатам исследования данного вопроса. Во-первых, пласты ЮС 0 и ЮС 2/1 в скв. 2063Р имеют высокую продуктивность вследствие наличия мощной непроницаемой покрышки. Во-вторых, снижение качества покрышки в скважине 2064Р привело к вертикальной миграции УВ в меловые толщи. В-третьих, причиной ухудшения свойств аргиллитов как покрышки является рассеянная карбонатизация.

ВЫДЕЛЕНИЕ И ИЗУЧЕНИЕ КОЛЛЕКТОРОВ В КРИСТАЛЛИЧЕСКОМ ФУНДАМЕНТЕ МЕСТОРОЖДЕНИЯ «БЕЛЫЙ ТИГР» МЕТОДАМИ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО И АКУСТИЧЕСКОГО СКАНИРОВАНИЯ (FMI/DSI)

Нгуен Хыу Бинь²

Научные руководители профессор В.И. Исаев¹, заместитель директора Ф.С. Шон²

¹ *Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия*

² *НИПИморнефтегаз СП «Вьетсовпетро», г. Вунг Тау, Вьетнам*

Введение

В северной части Зондского шельфа установлена региональная нефтегазоносность фундамента, на месторождении Белый Тигр выявлена уникальная залежь нефти в гранитоидах фундамента. На сегодняшний день месторождение Белый Тигр разрабатывают на поздней стадии, которая характеризуется снижением добычи и высокой обводненностью. На фундамент пробурено более 100 скважин, которые дают более 90% общей добычи нефти на месторождении. Поэтому выявление и изучение новых резервуаров в кристаллическом фундаменте – актуальная задача геологической службы СП «Вьетсовпетро».

Коллекторы нефти и газа в изверженных породах относятся к так называемым сложнопостроенным (нетрадиционным). Изучение характеристик таких коллекторов методами ГИС сталкивается с рядом сложностей, которые связаны с неоднородностью коллектора (резервуара), сложной структурой пустотного пространства, многокомпонентным составом твердой фазы и низкими значениями фильтрационно-емкостных параметров. В нашей работе представлены результаты изучения свойств гранитоидных коллекторов Белого Тигра методами FMI и DSI.

Геолого-структурная характеристика и нефтегазоносность фундамента

В тектоническом плане шельф Южного Вьетнама входит в состав Зондского шельфа [1], в пределах которого выделяется ряд кайнозойских впадин: Паттани, Малайская, Западно-Натунская (Анамбасская), Восточно-Натунская, Саравакская, Кылулонгская (Меконгская), Южно-Коншонская.

Кылулонгская впадина (рис. 1) распространяется вдоль побережья Южного Вьетнама, выходя западной частью на сушу (рис.1). Длина впадины 450-500 км, ширина 75-100 км. Мощность кайнозойских осадков во впадине достигает 6-8 км. В пределах Кылулонгской впадины выделяются Центрально-Кылулонгская и Южно-Кылулонгская мульды, которые разделяются Центральным поднятием. В пределах Центрального поднятия с юго-запада на северо-восток прослеживается ряд антиклинальных поднятий, среди которых Чом-Чом, Дракон (Rong), Белый Тигр (Bach Ho), Заря (Rong Dong) и др.

Фундамент месторождения Белый Тигр представляет собой горстообразный батолит сложного строения, размером 30 x 6-8 км. Батолит состоит из трех сводов – Южного, Центрального, Северного и разбит серией разломов субмеридиального(основного) простирания и субширотных (подчиненных) разломов. Гранитоиды фундамента с угловым и стратиграфическим несогласием перекрываются песчано-глинистыми породами олигоцена и миоцена.

Большинство скважин на Белом Тигре, пробуренных на фундаменте, являются высокодебитными (дебиты более 1000 т/сут), вскрытая толщина магматических пород фундамента достигает 2000 м. Нижняя граница залежи не установлена. Скважина, пробуренная до абсолютной глубины 5014 м, водо-нефтяной контакт не установила, пластовая вода не была получена ни в одной скважине. Нефтедержащими являются трещиноватые коллектора, пустотность которых представлена микротрещинами, изометрическими пустотами, структурной пустотностью. По данным ГИС и керна была установлена тенденция ухудшения ФЕС с глубиной.

Результаты исследования

Комплексная интерпретация материалов FMI и DSI решает следующие задачи [3]: 1) выделения, классификации и определения плотности трещин; 2) определение параметров трещин: раскрытости и трещинной пористости; 3) определение ориентации и угла падения трещин.

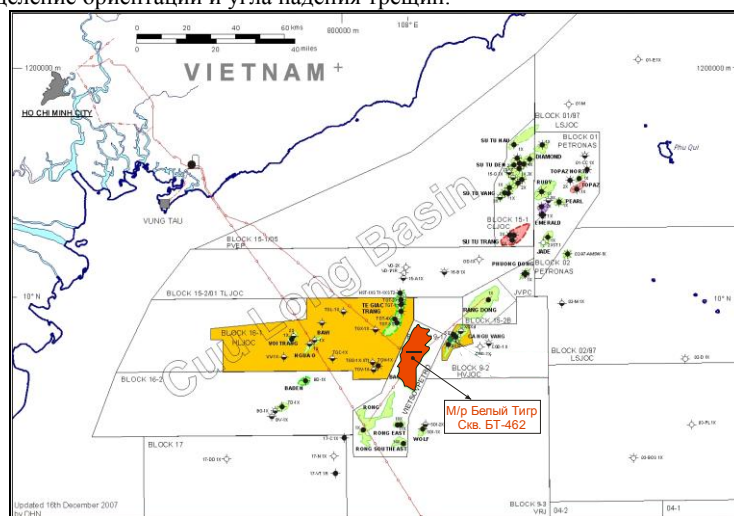


Рис. 1. Положение месторождения Белый Тигр и скважины БТ-462 на обзорной схеме Кыулогской впадины (шельф Вьетнама)

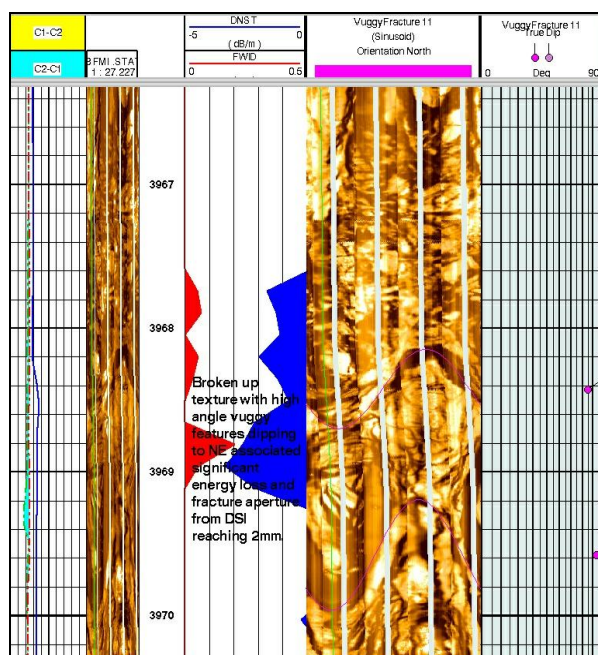


Рис. 2. «Белый Тигр». Скважина БТ-462. Электрический илдж. Выделение брекчиевых и кавернозных зон трещиноватости кристаллического фундамента

При интерпретации FMI и DSI пород фундамента месторождения Белый Тигр рассчитано (по морфологии) 5 главных типов трещин, которые обуславливают ФЕС коллекторов [2]: 1) непрерывные (без каверн) – Continuous (non vuggy) fractures; 2) прерывистые – Discontinuous fractures; 3) брекчиевидные – Brecciated fractures; 4) контактные – Boundary fractures; 5) кавернозные – Vuggy fractures. В качестве примера на рис.2 приводятся результаты выделения и классификации трещин.

В скважине БТ-462 (рис.2) были установлены притоки нефти в интервалах: 3895-3905 м (11%); 3960-3993 м (31%); 4045-4065 м (23%); 4115-4140 м (35%) с общим дебитом 524 м³/сут, которые соответствуют брекчиевидным, кавернозным и прерывистым зонам по результатам интерпретации FMI/DSI.

Литература

1. Гаврилов В.П., Дзюбло А.Д., Поспелов В.В. Геология и нефтеносность фундамента шельфа Южного Вьетнама // Геология нефти и газа, – М., 1995. – № 4. – С. 25–29.
2. Геофизические данные FMI/ DSI скважины БТ-462. Геологический фонд СП «Вьетсовпетро».
3. Hai P.D, Tien K.D., Loan B.N.D., Lloyd P., Dung T.H., Trung N.T. Integrated FMS/FMI-DSI Reservoir Study for Vietsovpetro's Bach Ho Field, Offshore Vietnam, Basement Reservoir. - Viet Nam: Vung Tau, 2006.

ГЕОФИЗИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ БАЖЕНОВСКОЙ СВИТЫ КАК ПОКАЗАТЕЛЬ НЕФТЕНОСНОСТИ РАЗРЕЗА

Ф.А. Бурков

Научный руководитель доцент Г.Г. Номоконова

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Излагаются результаты геофизических исследований битуминозных аргиллитов баженовской свиты (региональная покрывка для Верхнеюрского нефтегазового комплекса, региональный отражающий сейсмический горизонт, геофизический репер в разрезах скважин) на примере Конторовичского месторождения Александровского нефтегазоносного района (Томская область).

Конторовичское локальное поднятие, вмещающее одноименное нефтяное (с растворенным газом) месторождение, расположено в западной части Александровского свода в зоне его сочленения с Колтогорским мегапрогибом. Структура поднятия сложная, с крутым западным, обращенным к мегапрогибу, крылом и относительно пологим восточным, не подпадающая под классификацию локальных структур юго-востока Западной Сибири (Конторович, 2002). Промышленная нефтеносность месторождения связана с Верхнеюрским нефтегазовым комплексом (пласты Ю1-1 и Ю1-2). Непромышленная залежь обнаружена также в нижнемеловых отложениях куломзинской свиты (пласт Б9). Именно наличие двух уровней нефтеносности (выше и ниже баженовской свиты) и было основанием для выбора Конторовичского месторождения как объекта исследования, тем более что имеется эталон сравнения – Крапивинское нефтяное (пласт Ю1) месторождение (Бурков, 2011).

Использованы данные геофизических исследований скважин (ГИС): гамма-каротажа (ГК), акустического каротажа (АК), нейтронного гамма-каротажа (НГК), каротажа самопроизвольной поляризации (ПС), бокового электрического зондирования (БКЗ). Для исследования взяты разрезы трех скважин с разной нефтеносностью меловых и юрских горизонтов: скважина 3 с промышленным притоком нефти в пласте Ю1 и непромышленной залежью в пласте Б9, скважина 1 с непромышленным притоком нефти (пласт Ю1) и скважина 2 за пределами месторождения (контура нефтеносности).

Результаты исследований кратко сводятся к следующему (рис. 1, 2).

1. Аргиллиты баженовской свиты являются наиболее аномальным с геофизической точки зрения геологическим образованием изученных разрезов. Помимо всех типичных для битуминозных аргиллитов свойств, на Конторовичском месторождении против подошвы баженовской свиты отмечается увеличение амплитуды аномалий метода ПС, сопровождающееся самыми высокими показаниями удельного электрического сопротивления. Такое же взаимоотношение показаний методов ПС и БКЗ наблюдается в ряде нижезалегающих юрских и вышезалегающих меловых горизонтах.

2. Несмотря на то, что самые продуктивные пласты Ю1 размещены исключительно в васюганской свите, геофизические характеристики разрезов разной продуктивности различаются между собой в целом, то есть и в границах других стратиграфических единиц, что можно заключить как по средним показаниям методов ГИС (рис.1), так и по корреляционным зависимостям между геофизическими параметрами (рис. 2). На Конторовичском месторождении радиоактивность аргиллитов баженовской свиты существенно ниже, чем в среднем по месторождениям Томской области.

3. Геофизическая характеристика баженовской свиты является самым информативным признаком продуктивности разреза. В наибольшей степени аргиллиты баженовской свиты в изученных разрезах отличаются от вмещающих пород по корреляционным зависимостям между геофизическими параметрами. Наиболее информативны в этом плане зависимости ГК-НГК (рис.2).

С учетом ранее проведенных исследований на месторождениях Каймысовского свода с продуктивным горизонтом Ю1 (Бурков, 2011; Номоконова, Гарус, Коровин, 2011), выявленные изменения геофизических параметров аргиллитов баженовской свиты сводятся к карбонатизации, приводящей к понижению показаний ГК и повышению показаний НГК, битуминизации, аномально повышающей радиоактивность, и глинизации,

Но радиоактивность аргиллитов баженовской свиты в наиболее продуктивном разрезе скв.3 самая низкая из исследованных разрезов. Пониженными тут являются и показания НГК (повышенные значения водородосодержания).

Согласованные понижения и показаний ГК, и показаний НГК не объясняются ни одним из ранее отмеченных процессов. Это не литологическое (не минералогическое) изменение, тем более что такие же изменения геофизической характеристики характерны и для всего изученного разреза в целом, просто в аргиллитах баженовской свиты они более аномальны. Скорее всего, изменения показаний радиоактивных методов ГИС в продуктивной скважине связаны с тем, что аргиллиты баженовской свиты, а также породы остальной части разреза находятся в зоне аномально высокого порового (пластового) давления (АВПД) и выноса радиоактивных элементов (понижения сорбционной способности пород).

Обратим внимание на тот факт, что разрез скважины Конторовичского месторождения, в которой понижены показания ГК и НГК, отличается от остальных разрезов по двум позициям: это, во-первых, разрез с промышленным притоком нефти, и, во-вторых, разрез, в котором нефтенасыщены пласты Ю1, перекрываемые аргиллитами баженовской свиты, и пласт Б9, залегающий выше этой региональной покрывки. Подобные геофизические изменения продуктивного разреза обнаружены также на Мыльджинском месторождении с продуктивными пластами и в васюганской, и в куломзинской свите.

Судя по изменениям в геофизической характеристике продуктивных разрезов Конторовичского и Мыльджинского месторождений, изоляционные свойства аргиллитов баженовской свиты в них ухудшились. Необходимо исследовать вопрос о вертикальной миграции углеводородов (в общем случае - флюидов) через аргиллиты баженовской свиты как об одной из причин формирования нижнемеловых продуктивных горизонтов на месторождениях юго-востока Западной Сибири.

ОСОБЕННОСТИ ДИАГРАММ ВЫСОКОЧАСТОТНОГО ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО КАРОТАЖНОГО ЗОНДИРОВАНИЯ (ВЭМКЗ) В НАКЛОННЫХ И ГОРИЗОНТАЛЬНЫХ СКВАЖИНАХ

А.А. Горбатенко

Научный руководитель старший научный сотрудник К.В. Сухорукова

Институт нефтегазовой геологии и геофизики им. А. А. Трофимука, г. Новосибирск, Россия

В практике разведки и добычи нефти и газа применяется бурение не только вертикальных, но и наклонных и горизонтальных скважин, что позволяет повысить эффективность разработки месторождений. Геологические границы пересекаются такими скважинами под очень пологими углами, а при бурении зачастую используются биополимерные растворы с низким (менее 0,1 Ом·м) удельным электрическим сопротивлением (УЭС). В результате данные электромагнитных методов каротажа, в частности высокочастотного электромагнитного каротажа (ВЭМКЗ), будут отличаться от данных, полученных в субвертикальных скважинах, что требует особых подходов при интерпретации таких диаграмм. В работе используются данные 2D и 3D численного моделирования сигналов ВЭМКЗ по программам О.В. Нечаева, И.В. Суродиной и М.Н. Никитенко (ИНГГ СО РАН)[1, 2].

Перед численной интерпретацией сигналов ВЭМКЗ с целью определения удельного электрического сопротивления пласта необходимо устранить влияние факторов, искажающих сигналы. Одними из таких мешающих факторов являются некруглая и негладкая форма сечения скважины и смещение зонда с ее оси. В наклонных, а тем более в горизонтальных скважинах каротажный зонд находится не в центре скважины, как это принято во всех традиционных методиках и алгоритмах численной инверсии, а лежит на ее стенке. Сама скважина редко имеет идеальную цилиндрическую форму, зачастую на ее стенке еще во время бурения образуются желоба, каверны и трещины. Если при этом скважина заполнена раствором с низким удельным электрическим сопротивлением, то вышеописанные факторы приведут к значительному искажению измеряемых значений, что осложняет визуальный анализ диаграмм и приводит к неверным результатам численной интерпретации.

Когда зонд ВЭМКЗ смещен на стенку скважины, его сигнал (разность фаз) в зависимости от соотношения УЭС среды RoP и бурового раствора RoS может отличаться как в меньшую, так и в большую сторону по сравнению с ситуацией, когда прибор находится в центре скважины [3]. В большинстве случаев сигнал зонда на стенке скважины больше, чем на оси (рис.1). Разница уменьшается с увеличением длины зонда и для самого большого зонда в приборе (2 м) не превышает погрешности измерения.

Стоит также отметить, что из измеряемых характеристик поля наиболее подвержена влиянию эксцентриситета разность фаз, а отношение амплитуд изменяется в меньшей степени (рис. 2). Таким образом, на этапе предварительной обработки необходимо вводить поправки, корректирующие влияние эксцентриситета. Каждый зонд будет иметь свою поправку, при этом, чем больше длина зонда, тем меньше величина поправки. Для двухметрового зонда разница в показаниях на стенке и на оси скважины существенно меньше погрешности измерений, поэтому поправка для этого зонда не требуется.

В наклонных и горизонтальных интервалах периодические каверны в виде нарезки на стенке скважины или утолщения ствола, а также системы трещин возникают из-за технологических особенностей процесса бурения. Заполнение каверн и трещин раствором с низким сопротивлением приводит к появлению локальных высокопроводящих объектов вблизи каротажного прибора. Зонды ВЭМКЗ, работающие на высоких частотах, очень чувствительны к этим высококонтрастным объектам. На диаграммах каверны и трещины отражаются в

виде колебаний высокой амплитуды (рис. 2). При наличии большого числа таких неровностей интерпретация диаграмм без предварительной обработки может быть существенно затруднена.

Как показало математическое моделирование амплитуды колебаний, вызываемых периодическими

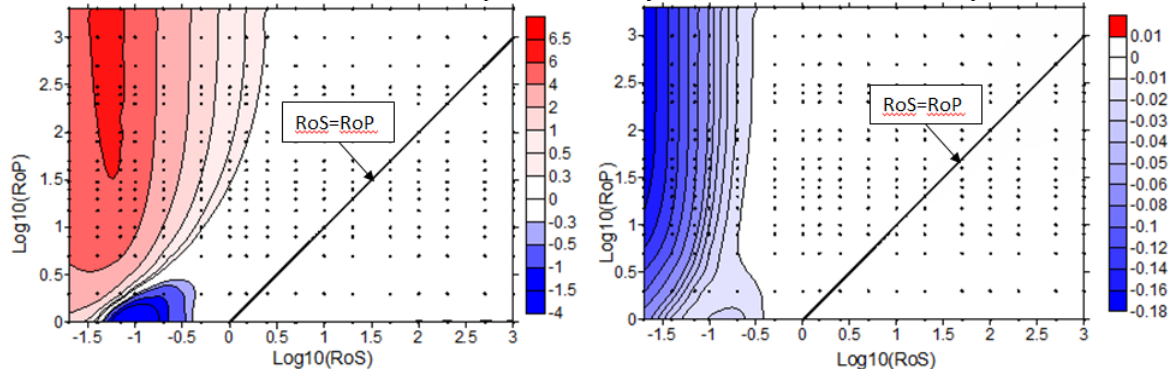


Рис. 1. Изменение разности фаз (слева) и отношения амплитуд (справа) короткого зонда (0,5 м) при смещении с оси на стенку скважины

Диаметр скважины 0.124 м, диаметр прибора ВЭМКЗ 0.102 м. RoS – сопротивление скважины, RoP – сопротивление породы

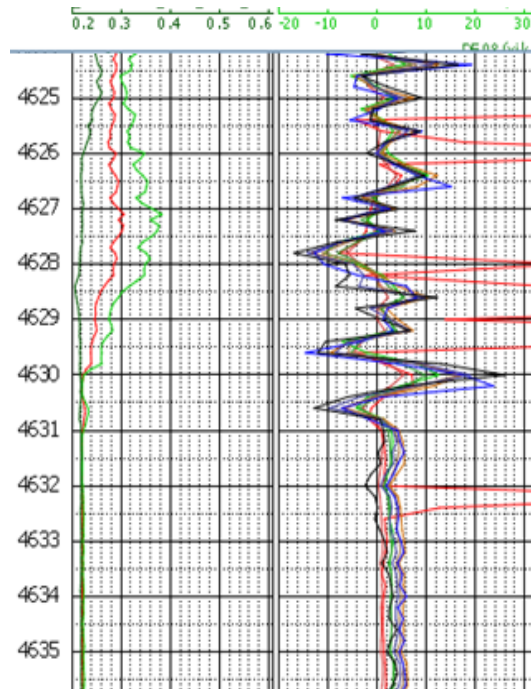


Рис. 2. Практические данные: диаметр скважины (слева, м) и сигналы ВЭМКЗ (справа, град.)

На участке с кавернами наблюдаются колебания, которых нет в интервале с ровной стенкой

неровностями на стенке скважины (периодические утолщения ствола, винтовая нарезка, синусоидальная форма ствола скважины), линейно зависят от глубины этих неровностей. У коротких зондов ВЭМКЗ, работающих на высоких частотах, амплитуды таких колебаний на диаграммах получаются выше, чем у низкочастотных длинных зондов. Осреднение сигнала, осложненного влиянием периодических каверн, дает значение, соответствующее сигналу в скважине с ровной стенкой. Следовательно, целесообразно применение фильтрации или осреднения практических сигналов по скользящему окну. Также на основе математического моделирования установлено, что единичная каверна вызывает на диаграммах ВЭМКЗ колебания определенного периода. Это позволяет применять частотные или полосовые фильтры.

Субгоризонтальные и сильнонаклонные скважины, в горизонтально-слоистом разрезе пересекают геологические границы под очень острыми углами. Это приводит к тому, что влияние перекрывающей или подстилающей толщи будет отражаться на показаниях на гораздо большем расстоянии от границы вдоль скважины, чем длина зонда, как это происходит в субвертикальных скважинах.

Помимо того, на диаграммах субгоризонтальных скважин с большими зенитными углами возникает особенность, которой нет в субвертикальных и слабонаклонных скважинах: в точке пересечения скважиной границы появляется локальный максимум на диаграммах разности фаз (рис.3).

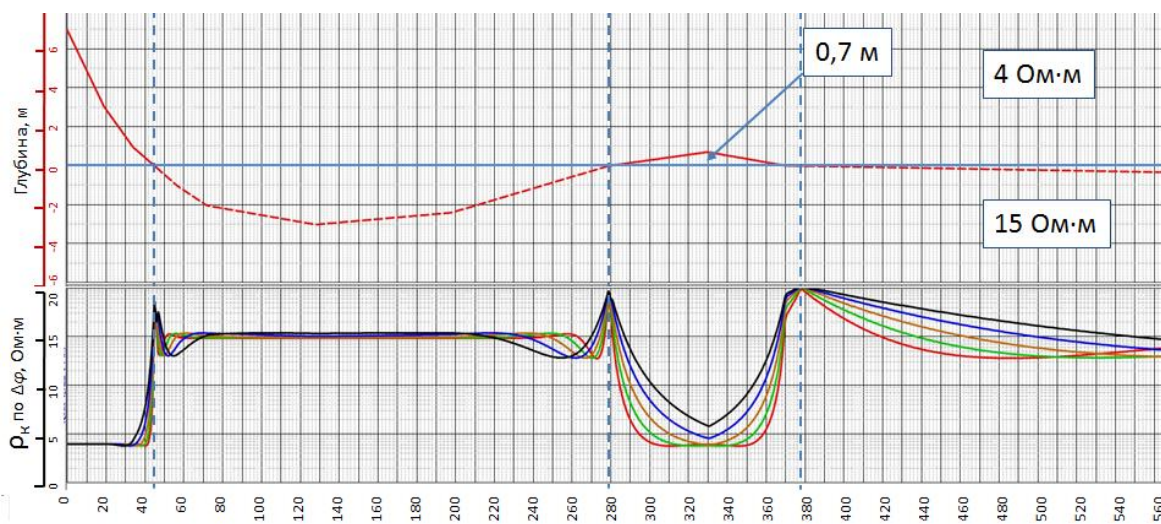


Рис. 3. Кажущееся сопротивление по ВЭМКЗ, рассчитанное в горизонтальном стволе
Вверху – траектория скважины в глубинах относительно границы в точке 0 м: УЭС верхнего слоя – 4
Ом·м, нижнего – 15 Ом·м

Это связано с тем, что в таких случаях вихревые токи в среде, создаваемые полем источника, пересекают границу раздела пород с разным удельным электрическим сопротивлением, что приводит к образованию электрического заряда на ней. С этим зарядом и связано появление максимумов, которые, таким образом, можно использовать при расстановке границ.

По практически измеренным в наклонно-горизонтальных интервалах сигналам ВЭМКЗ после коррекции влияния эксцентриситета и неровностей стенки скважины подбирается геоэлектрическая модель коллектора.

Литература

1. Эпов М.И. Шурина Э.П. Нечаев О.В. Прямое трехмерное моделирование векторного поля для задач электромагнитного каротажа // Геология и геофизика, – М., 2007. –Т. 48. – № 9. – С. 989-995
2. Суродина И.В. , Эпов М.И. Влияние биополимерных буровых растворов на диаграммы высокочастотного электромагнитного каротажа // Геология и геофизика, – М., 2012.
3. Игнатов В.С., Сухорукова К.В. Влияние эксцентриситета зонда на сигналы высокочастотного электромагнитного каротажа / НТВ «Каротажник». – Тверь : Изд. АИС, 2009. – Вып.182. – С. 101–110.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОЭФФИЦИЕНТА ВОДОНАСЫЩЕННОСТИ В НИЗКООМНЫХ КОЛЛЕКТОРАХ НЕФТЯНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ТОМСКОЙ ОБЛАСТИ

Е.А. Евдокимова

Научный руководитель научный сотрудник А.С. Ошлакова

Томский научно-исследовательский и проектный институт нефти и газа, г. Томск, Россия

Традиционно считается [1, 2], что удельное электрическое сопротивление (УЭС) нефтенасыщенного пласта в Западной Сибири равно 10 – 12 Ом·м. Тогда низкоомным называется пласт, который по данным геофизических исследований скважин (ГИС) был проинтерпретирован, как водонасыщенный ($\rho_n \leq 5 \text{ Ом}\cdot\text{м}$), но при опробовании из пласта была получена безводная нефть. На сегодняшний день эффективность выделения таких коллекторов по данным ГИС в Западной Сибири не превышает 25 – 35 %. Таким образом, важно не только выявить причину аномально низкого УЭС продуктивного пласта (ρ_n), но и предложить методику оценки коэффициента водонасыщенности (K_v) до опробования пласта, используя данные ГИС, минимизируя временные и денежные затраты. В зависимости от природы явлений, занижающих ρ_n , существует ряд методик интерпретации данных ГИС, имеющих свои положительные и отрицательные стороны.

Наиболее часто встречающейся причиной низкого ρ_n является повышенное количество глинистых материалов (Кгл), которые адсорбируют на своей поверхности воду (связанная вода), повышая ионную

проводимость пласта. Существует множество моделей водонасыщенности, позволяющих учитывать $K_{гп}$ при вычислении K_v в зависимости от характера её распространения в объеме коллектора [3]. К сожалению, данная методика эффективна только при высоких значениях $K_{гп}$ и не учитывает состав глин, что может привести к переоценке K_v .

Следующей распространённой причиной является микропористость нефтенасыщенного коллектора, которая приводит к высокому содержанию капиллярно-удержанной воды. В таких случаях эффективно использовать данные ядерно-магнитного каротажа (ЯМК), который позволяет точно определить количество подвижной воды и двойной разностный параметр глин, а значит K_v [4]. Например, подошвенная часть пласта Ю1-3 Крапивинского нефтяного месторождения по данным ЯМК была выделена, как нефтенасыщенная при $\rho_{пн} = 3.7$ Ом·м. Широкий спектр информации, который определяет ЯМК, позволяет использовать каротаж в разведочных скважинах на территориях, не изученных бурением. Несмотря на очевидные преимущества, высокая стоимость ЯМК не позволяет российским нефтяным компаниям включить его в стандартный комплекс ГИС.

Наконец, не только пластовая вода, но и железосодержащие минералы, например, пирит, могут обеспечивать высокую проводимость породы. Так, например, был выполнен анализ причин низкоомности продуктивного пласта Ю1-1 одного из нефтяных месторождений Томской области, где коллектор представлен мелко-среднезернистыми полевощпатовыми песчаниками средней сортировки.

В первую очередь был построен график зависимости $\rho_{пн}$ от коэффициента пористости (K_p), вычисленных по данным ГИС, который показал, что 30 скважин имеют $\rho_{пн} < 5$ Ом·м, 22 из которых при опробовании дали нефть с низким содержанием воды. Такие скважины в дальнейшем будут называться нетипичными, так как пласт Ю1-1 в них является низкоомным.

В результате анализа данных исследования керна в коллекторе нетипичных скважин было выявлено значительное количество мелкодисперсного FeS_2 (пирит, марказит) в глинистом цементе и в виде тонкой каемки между зернами скелета. Была отмечена высокая корреляционная связь (коэффициент корреляции 0,82) между концентрацией пирита в шлифах и $\rho_{пн}$. Предполагаем, что такие скопления пирита, даже при объемном содержании менее 10 %, при трансформации тока между глинистыми частицами, могут создать дополнительную электронную проводимость. Более того, в структурном отношении нетипичные скважины приурочены к переходной зоне, т.е. располагаются на склонах поднятия, где часто образуется пирит.

На сегодняшний день прямых методов определения концентрации железосодержащих минералов (C_{Fe}) по данным ГИС не существует. Поэтому в первую очередь предлагается произвести экспресс оценку C_{Fe} используя номограмму А.В. Ежовой [1]. Номограмма основывается на том, что плотность железосодержащих минералов более чем в два раза выше плотности вмещающих пород. Тогда, по данным плотностного гамма-гамма-каротажа определяют объемную плотность пласта ГГК-П (δ), затем по данным нейтрон-нейтронного каротажа по тепловым нейтронам (НКТ) определяют K_p и по заранее построенной номограмме взаимозависимости объемной плотности электропроводящих минералов и открытой пористости определяют массовое содержание электропроводящего минерала [2]. Затем, определив C_{Fe} и зная $\rho_{пн}$, вычисленное по данным индукционного каротажа (ИК), можно качественно оценить K_n и определить, является скважина нетипичной или нет.

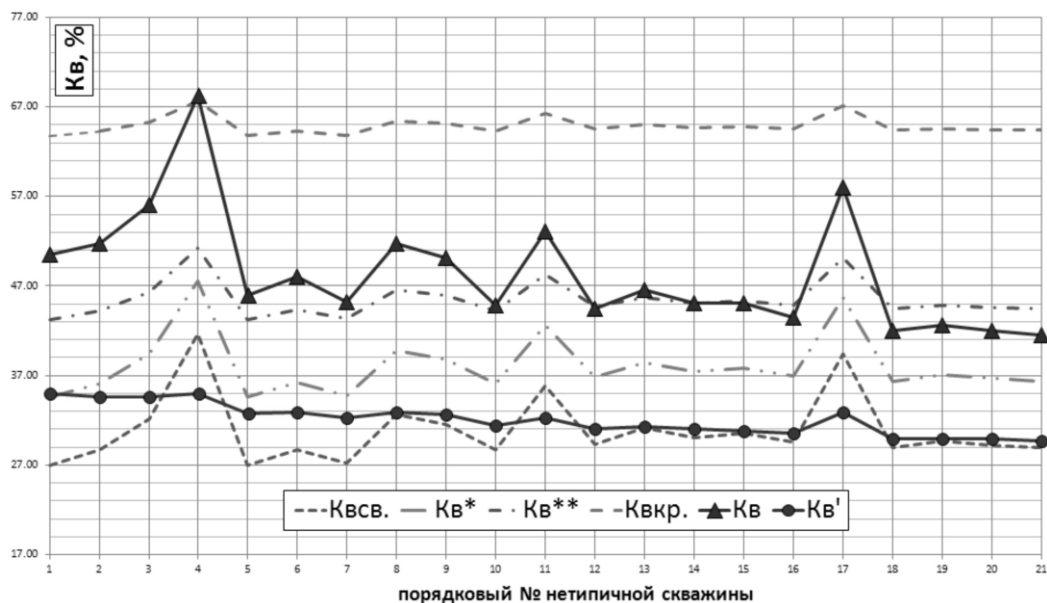


Рис. Диаграмма K_v для 22 низкоомных скважин исследуемого месторождения
Линии критических значений в порядке сверху вниз: $K_{вкр}$, $K_{в**}$, $K_{в*}$, $K_{всв}$. Если $K_v > K_{вкр}$ то пласт водонасыщенный, в случае, если $K_{в**} < K_v < K_{в*}$ пласт содержит нефть и воду. Пласт нефтенасыщенный, если $K_{всв} < K_v < K_{в*}$

Для более точного вычисления K_n необходимо поступать следующим образом. Зная C_{Fe} , значение минерализации пластовой воды (M , г/л), температуры (T , °C) и пористости (K_p) можно использовать уравнение Мельника И.А. [2] для вычисления сопротивления проводящей породы ($\Delta\rho_{Fe}$), которое не было учтено при интерпретации индукционного каротажа из-за присутствия в ней железосодержащих минералов:

$$\Delta\rho_{Fe} = 1.378 * K_{II}^{-2.02} * M^{-0.79} * \exp\left(\frac{5}{T}\right) * \left[C_{Fe}^{3.32 * \rho - 0.83} \right], \quad (1)$$

Затем если сложить неучтенное сопротивление и ранее измеренное по ГИС мы получим сопротивление пласта (ρ_{cor}), скорректированное за проводящие минералы, которое можно использовать для подсчета K_v :

$$\rho_{cor} = \rho_{II} + \Delta\rho_{Fe}, \quad (2)$$

Использование данной методики для исследуемого месторождения позволило изучить, как меняется K_v нетипичных скважин до и после ввода поправки за проводящий скелет (рис.). Из диаграммы следует, что ввод поправки позволяет определить истинное насыщение низкоомного пласта для всех нетипичных скважин, используя стандартную методику интерпретации данных ГИС. Для обоснования экономической эффективности ввода поправки $\Delta\rho_{Fe}$ были оценены линейные запасы рассматриваемого месторождения, которые показали, что учет концентрации железосодержащих минералов может повысить линейные запасы на 5,7 %, что является значительным приростом.

Необходимо уточнить, что описанная методика может быть использована для интерпретации новых скважин, пробуренных по уплотняющей сетке без отбора керна. Уплотняющая сетка подразумевает, что на момент бурения новой скважины проблема низкоомности продуктивных интервалов уже выявлена в соседних скважинах.

Заключительным этапом является создание методики прогноза параметра C_{Fe} на базе современного адаптивного алгоритма, нейронной сети, которая позволит построить линейные и нелинейные связи между относительным параметром пористости (A_{pc}), данными каротажа (НКТ, ГГК-П, ИК), керновыми данными (K_p , плотность, ρ_v , C_{Fe} по аншлифам) и C_{Fe} по номограмме А.В. Ежовой. Нейронная сеть необходима для прогноза C_{Fe} и подсчета истинного ρ_{II} в случае бурения новой скважины без отбора керна на территориях, плохо изученных бурением.

В качестве альтернативы номограмме Ежовой А.В., Мельник И.А. предлагает определять C_{Fe} нейтронно-активационным методом на ядерном реакторе [2]. Данный метод успешно применён на Западно-Крапивинском, Вынгапурском и Новогоднем месторождениях, но требует больших временных и финансовых затрат [2].

Таким образом, основа неопределенности низкоомных коллекторов лежит в комплексе факторов, занижающих УЭС нефтенасыщенного пласта. Единственным выходом является изучение каждого аномального случая в отдельности и поиска индивидуального пути решения проблемы. В рамках исследовательской работы был предложен алгоритм интерпретации низкоомных коллекторов, причиной низких сопротивлений которых являются железосодержащие проводящие минералы. Алгоритм был успешно применен на одном из нефтяных месторождений Томской области, что позволяет сделать вывод о необходимости дальнейших исследований в данной области.

Литература

1. Ежова А.В. Методика оценки нефтенасыщенности низкоомных коллекторов в юрских отложениях Юго-Востока Западно-Сибирской плиты // Известия Томского политехнического университета. – Томск, 2006. – С. 23 – 26.
2. Мельник И. А. Технология оценки геофизической информации по влиянию содержания железа и калия на электросопротивление низкоомных коллекторов: Автореф. дис. канд. геол.-мин. наук. – Т., 2008. – С. 23.
3. Hamada G. M., M.N.J. Al-Awad and M.S. Almalik, King Sand University, Saudi Arabia. "Log evaluation of Low-Resistivity Sandstone Reservoir", paper SPE presented at the SPE Permian Basin Oil and Gas Recovery Conference held in Midland, Texas, 15 – 16 May 2001, p.10.
4. Pirson S.J. Elements of Oil Reservoir Engineering, 1 st. ed. Inc. N.Y.: McGraw-Hill Book Company, 1950 – p.12.

ИНТЕРПРЕТАЦИЯ ДАННЫХ ГЕОФИЗИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ СКВАЖИН КАРБОНАТНЫХ ОТЛОЖЕНИЙ НА ПРИМЕРЕ ОДНОГО ИЗ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ТОМСКОЙ ОБЛАСТИ

Т.С. Евланова

Научный руководитель заведующий отделом С.В. Барашков

Томский научно-исследовательский и проектный институт нефти и газа, г. Томск, Россия.

В настоящее время запасы углеводородов, приуроченные к юрской и меловой системам, истощены на большинстве месторождений Томской области. Поэтому в разработку начинает вводиться нижележащий пласт, приуроченный к донорскому фундаменту, – М1. Пласт М1 сложен трещинно-кавернозными карбонатными и магматическими породами палеозойского возраста. Данный тип коллектора характеризуется низкими значениями общей пористости (3-6%), что создает затруднения при определении коллекторских свойств по материалам геофизических исследований скважин (ГИС), [4]. Помимо этого трещины и каверны, обеспечивая высокие фильтрационные свойства, практически не сохраняются при выносе керна.

Целью работы являлась разработка методики интерпретации данных ГИС и прогнозирования коллекторских свойств для пласта М1.

В ходе интерпретации каротажных диаграмм в первую очередь выделялись интервалы коллектора по показаниям гамма-каротажа, для которого рассчитывался двойной разностный параметр (Дгк). Граничное значение Дгк для коллектора было выбрано на основании сопоставления значений Дгк и результатов испытаний. Таким образом, было показано, что испытанные интервалы, имеющие значения Дгк выше 0,26 д.е., являются сухими. Это позволило исключить глинистые известняки и эффузивные породы, которые имеют высокие показания гамма-активности. Кроме того, из интервалов коллектора были исключены плотные мраморизованные известняки, которые, несмотря на низкую гамма-активность, имеют высокие показания нейтронного каротажа.

Далее последовало определение пористости породы. Пористость карбонатной породы характеризуется многообразием типов. Для пласта М1 можно выделить три основных типа пористости: пористость скелета (или матричная пористость), трещинная пористость, каверновая пористость.

В интервалах коллекторов был проведен расчет объемного содержания доломитов и известняков с помощью палеток. Для определения объема доломита и известняка необходимо наличие любой пары из трех каротажных диаграмм: плотностного гамма-гамма каротажа (ГГК-П), нейтронного (НКТ) и акустического (АК). Стоит отметить, что в скважинах, где литологический состав был определен палеткой по паре НКТ и ГГК-П, данные интерпретации показывали результаты, соответствующие описанию керна. По данным, полученным с помощью акустического каротажа, показатели доломитизации занижались по сравнению с описанием керна.

Для определения открытой пористости использовались показания нейтронного каротажа, которые нормировались на измерения пористости по керну по стандартной методике выбора опорного пласта и нахождения пересчетной функции.

Матричная пористость может быть определена параметром пористости (Рп), который может быть определен как отношение сопротивления промытой зоны к сопротивлению фильтра бурового раствора. Для измерения сопротивления промытой зоны наиболее подходящим является боковой каротаж с малым радиусом исследования, так как он обеспечивает достаточную фокусировку.

Кривая рассчитанной матричной пористости может быть сравнена с кривой открытой пористости. Увеличение значений открытой пористости относительно матричной служит индикатором наличия вторичных пор. Для определения трещинной пористости может быть использован ряд приближенных методов. Например, на основе расчета удельных сопротивлений и последующего определения трещинной пористости по формуле [2]:

$$\varphi_{\text{трещин}} = 1,5 \left(\frac{\rho_B}{\rho_{3П}} - \frac{1}{P_{\text{п.блок}}} \right), \quad (1)$$

где, ρ_B и $\rho_{3П}$ – удельные электрические сопротивления (УЭС) воды и УЭС зоны проникновения, которое определяется как отношение показаний зондов сопротивления с разной глубиной исследования, поэтому может быть использован двойной боковой каротаж, который позволяет определить сопротивления промытой зоны и зоны, не затронутой фильтратом бурового раствора.

Тем не менее, использование формулы имеет существенный недостаток – в методе никак не учитывается влияние каверн, присутствие которых в зоне проникновения увеличивает проводимость и, как следствие, влияет на результаты расчета. В данном случае этот эффект никак нельзя учесть.

Кроме рассмотренного метода может быть использована методика, в основе которой трещинная пористость рассчитывается с помощью значения коэффициента продуктивности (η , м³/сут/МПа) из уравнения Дюпюи с помощью формулы [5]:

$$\varphi_{\text{трещин}} = \frac{1}{577,9} \sqrt[3]{\frac{\eta \cdot V_{\phi} \cdot \mu \cdot \Gamma^2 \cdot \lg\left(\frac{r_k}{r_{\text{СКВ}}}\right)}{h}}, \quad (2)$$

где V_{ϕ} – объемный коэффициент пластового флюида, μ – вязкость флюида (сП), Γ – коэффициент густоты трещин (см-1), r_k и $r_{\text{СКВ}}$ – радиусы контура влияния и скважины соответственно (м), h – мощность пласта (м).

Для использования приведенной формулы должна быть определена кривая изменения густоты трещин, которая в случае бурения на глинистом растворе имеет сходство с кривой гамма-каротажа, [5]. Но тем не менее для построения зависимостей густота трещин - гамма-каротаж должны быть проведены соответствующие исследования. Например, проведение FMI исследований в нескольких скважинах.

В результате применения предложенных методов расчета для интерпретации данных ГИС в скв. №№ 1, 2 и 3 были получены средние значения открытой пористости в интервале коллектора 5,6%, 5,82% и 6,2 % соответственно, трещинная пористость составила 2,4%, 1,8% и 2,8% в то время как матричная составила 3%, 0,6 %, 1,9 %. Согласно имеющимся данным о строении порового пространства пласта, остальной объем открытой пористости занят кавернами.

Следующим шагом изучения коллектора необходимо качественно оценивать нефтенасыщенные интервалы.

Для этого была использована методика сопоставления кривых логарифма параметра пористости и нейтронного каротажа, которые совпадают в водоносной части разреза и расходятся в нефтенасыщенной, [3]. Далее в нефтенасыщенных интервалах рассчитывался коэффициент насыщенности с помощью стандартного уравнения Арчи:

$$K_v = \sqrt{\frac{P_n \cdot \rho_v}{\rho_n}}, \quad (3)$$

Где P_n – параметр пористости, ρ_v и ρ_n – УЭС соответственно воды и породы (Ом м).

Для расчета проницаемости необходимо учесть сложность строения порового пространства коллектора. Так, для расчета проницаемости, обусловленной наличием нетрещинных поровых каналов, предлагается использовать зависимость керн - керн. Для керна рассматриваемого месторождения была построена зависимость между пористостью и логарифмом проницаемости, было получено уравнение:

$$\lg(k_{\text{керна}}) = 0,246 * \varphi_{\text{керна}} - 3,37$$

с коэффициентом достоверности аппроксимации $R^2 = 0,79$. Проницаемость, рассчитанная по полученной формуле, в сумме с проницаемостью, обусловленной наличием трещин, позволяют охарактеризовать проницаемость коллектора в целом, [6]. Поскольку основные фильтрационные свойства трещинно-кавернозного коллектора обусловлены наличием трещин, проницаемость в случае хаотического расположения трещин в матрице может быть рассчитана по формуле, [1]:

$$k_{\text{трещин}} = \frac{\varphi_{\text{трещин}}^2}{3\pi^2 \Gamma^2}, \quad (4)$$

Данная формула была применена для данных ГИС скв. №№ 1, 2 месторождения. В результате для скв. № 1 в интервале перфорации 2968-2972 м рассчитанная средняя проницаемость в интервале составила 26,3 мД, проницаемость, определенная по кривой восстановления давления в этом же интервале перфорации составила 27,4 мД; для скв. № 2 в интервале 2936-2958 м рассчитанная проницаемость – 18 мД, по гидродинамическим исследованиям (ГДИ) – 18,22 мД. Таким образом, в результате применения предложенного метода определения проницаемости были получены данные, хорошо согласующиеся с результатами ГДИ, поэтому приведенная формула может быть в дальнейшем использована при интерпретации данных ГИС для пласта М1.

В результате применения предложенных методик интерпретации на месторождении был сделан вывод об оптимальном комплексе исследований, необходимым для интерпретации: гамма-каротаж для выделения коллекторов и оценки густоты трещин; двойной боковой каротаж для определения сопротивления породы, вычисления параметра пористости; НКТ и ГГК-П для определения общей пористости и определения объемного содержания доломита и известняка в коллекторе; резистивиметрию для определения сопротивления бурового раствора. Также целесообразно провести несколько ГМИ исследований для проверки результатов интерпретации предложенной методикой. Кроме того, ядерно-магнитный каротаж позволит изучить каверновую пористость и поможет определять значения общей, эффективной и каверновой пористости.

Таким образом, предложенная методика может быть в дальнейшем применена в качестве алгоритма интерпретации данных на других месторождениях области, где ведется или вводится разработка пласта М1.

Литература

1. Голф-Рахт Т. Д. Основы нефтепромысловой геологии и разработки трещиноватых коллекторов. – М.: Недра, 1986. – 608 с.
2. Добрынин В.М. Вендельштейн Б.Ю. Резеванов Р.А. и др. Промысловая геофизика / под ред. В.М. Добрынина, Е.Н. Лазуткиной. – М.: Нефть и Газ, 2004.
3. Золоева Г.М. Фарманова Н.В. Царева Н.В. и др. Изучение карбонатных коллекторов методами промысловой геофизики. - М.: Недра, 1977. –178 с
4. Итенберг С. С. Шнурман Г. А. Интерпретация результатов каротажа сложных коллекторов. – М.: Недра, 1985. – 256 с.
5. Котяхов Ф.И. Физика нефтяных и газовых коллекторов. – М.: Недра, 1977. – 283 с

ОСНОВНЫЕ ЭТАПЫ ФОРМИРОВАНИЯ ПАЛЕОБАССЕЙНОВ ВОСТОЧНО-ЕВРОПЕЙСКОЙ ПЛАТФОРМЫ И ИХ ТИПЫ

Я.Е. Железнова, С.Л. Каламкаров, А.А. Книппер

Научные руководители: профессор В.П. Гаврилов, профессор В.С. Шеин

Всероссийский научно-исследовательский геологический нефтяной институт, г. Москва, Россия

В пределах российской части Восточно-Европейской платформы (ВЕП) на 01.04.2009 г. обнаружено 2062 месторождения нефти и газа. Из них в Волго-Уральском НГБ 1715, Тимано-Печорском - 251, Балтийском - 40, Прикаспийском - 41, Днепровско-Припятском - 15 [2]. Указанные нефтегазоносные бассейны формировались на протяжении длительного времени рифея-палеозоя.

На основании палеогеодинамических реконструкций [1, 2] нами определены основные этапы их образования: 1 - авлакогенов, рифтогенеза (R1-2), 2 - надрифтовых депрессий, пассивных континентальных окраин (V), 3 - орогенов столкновения плит, инверсии в палеобассейнах (Є), 4 - повторного рифтогенеза и пассивных континентальных окраин (O-S), 5 — пассивных континентальных окраин (D12-C1), 6 - орогенов столкновения плит и инверсии (C2-T1), 7 - изостазии и расчленения бассейнов на блоки (T3-KZ).

Наиболее ранний этап формирования палеобассейнов связан с образованиями континентальных авлакогенов, начиная с раннего рифея. Наиболее выраженным авлакогеном на краю платформы в это время являлся Калтасинский, где мощность осадочных пород превышала 5000 м. Грабен выполнен морской доломитовой формацией. Менее значительные площади распространения пород и мощности нижнего рифея отмечены во внутренней части платформы: Юлово-Ишимский грабен (150-250 м) и Онежский грабен (до 2200 м). Внутриплатформенные грабены заполнены континентальными терригенными и молассовыми породами. Этап континентального рифтогенеза (внутриконтинентального в центре платформы, окраинно-континентального на востоке и северо-востоке), продолжился в среднем и позднем рифее. В это время зародились Пачелмский, Абдулинский, Кажимский и другие рифтовые прогибы, расширилась площадь осадконакопления в Калтасинском авлакогене. В венде рифты и авлакогены затухают, но начинают формироваться пассивноокраинные формации на востоке ВЕП и формации надрифтовых депрессий - на северо-западе.

В кембрии осадочные бассейны не пополнялись осадочными породами практически на всей площади платформы за исключением северо- и юго-запада палеоконтинента, где отлагались породы морской кварцево-песчанниковой формации мощностью до 100 м в надрифтовых депрессиях и до 1000 м в пределах Львовского прогиба Украины.

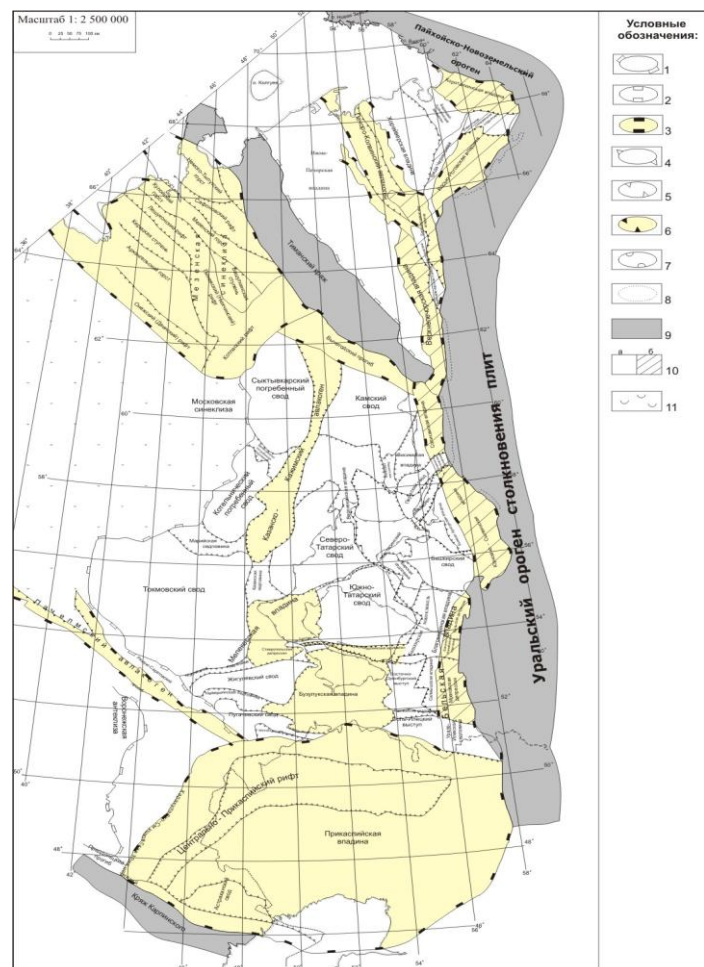


Рис. 1. Карта размещения отрицательных структур Восточно-Европейской платформы с расположением прогибов – объектов исследования

Крупнейшие структурные элементы: 1 – положительные (антеклизы), 2 – отрицательные (синеклизы, краевые прогибы), 3 – то же – объекты исследования.

Крупные и средние структурные элементы: 4 – положительные (своды, мегавалы), 5 - отрицательные (впадины, прогибы), 6 – то же – объекты исследования;

7 – Камско-Кинельская система прогибов, 8 – зоны надвигов, перспективные на нефть и газ, 9 – орогены столкновения плит, 10 – пассивные окраины: а – внутренние зоны, б – внешние зоны, 11 – надрифтовые депрессии

В ордовике - силуре вновь возрождается рифтогенез и накапливаются осадки как в центре, так и на востоке платформы. В пределах Тимано-Печорского блока они отлагались в условиях пассивной окраины. В среднем и позднем девоне формировались пассивные континентальные окраины (Предуральская, Эмбенская, Астраханская). К Предуральской окраине, начиная с конца среднего девона и до перми, приближались и сталкивались с платформой островные дуги. Сперва к палеоконтиненту присоединились Сакмарская дуга (О) а затем Ирэндекская и Магнитогорская (S-C1). В результате была деформирована Предуральская пассивная окраина, образовались Уральский ороген столкновения плит, Предуральский предорогненный прогиб, надвиги.

В мезозое и кайнозое преобладали процессы изостазии и вертикальные тектонические движения, приведшие к расчленению упомянутых структур на разновеликие блоки земной коры.

В конечном счете в пределах ВЕП и ее обрамления были сформированы основные прогибы (рис.1), послужившие основой для формирования нефтегазоносных (Волго-Уральского, Прикаспийского, Тимано-Печорского, Балтийского и Донецко-Припятского) бассейнов и потенциально-нефтегазоносных бассейнов (Московский, Мезенский).

К бассейнам рифтов и надрифтовых депрессий относится Московский ПНГБ, рифтов и надрифтовых прогибов - Днепровско-Припятский ГНБ. Волго-Уральский, Тимано-Печорский, Прикаспийский, Балтийский НГБ принадлежат к типу бассейнов пассивных континентальных окраин.

Литература

1. Гаврилов В.П. Геодинамика: Учебник для ВУЗов. – М.: Макс Пресс, 2007. – 346 с.
2. Шейн В.С. Геология и нефтегазоносность России. – М.: ВНИГНИ, 2006, 776 с.

МЕТОД ОЦЕНКИ ПОЛОЖЕНИЯ ПУНКТА ПРИЕМА ПО ДАННЫМ ВЕРТИКАЛЬНОГО СЕЙСМИЧЕСКОГО ПРОФИЛИРОВАНИЯ

М.С. Жукова

Научный руководитель доцент Д.Ю. Степанов

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Вертикальное сейсмическое профилирование является разновидностью скважинной сейсморазведки, при проведении которой источники сейсмических волн располагаются на поверхности, а приёмники помещаются в пробуренную скважину. Среди основных задач ВСП отмечают задачи оценки скоростных характеристик исследуемой среды, исследования околоскважинного пространства, прогноза вещественного состава пород [1]. Система наблюдений ВСП состоит из пунктов приема (ПП) и пункта возбуждения (ПВ). Пункты приема располагаются в скважине на глубинах h_1, h_2, \dots, h_n . Пункт взрыва выносят на расстояние L от скважины и закладывают в отдельную неглубокую скважину. Строго вертикальных скважин нет — все имеют некоторую кривизну, отклонение от вертикали (рис. 1.)

Искривление стволов скважины необходимо измерять. Для этого используют инклинометры дискретного и непрерывного действия [2]. Однако, существующие инклинометры дают недопустимые погрешности, которые определяют необходимость разработки новых методов оценки местоположения ПП. За основу разрабатываемого метода примем данные ВСП.

Разместим пункты взрывов (P_1, P_2) и пункт приема (R) с неизвестными координатами (x, h) в плоскости xOy . Точка $W(x_0, h_0)$, является устьем скважины (рис.1). Скорость волн со всех ПВ одинакова (V), так как рассматриваемая среда – однородная. Время прихода волны с каждого ПВ в пункт приема R известно (t_1, t_2), следовательно, имеют место следующие выражения: $t_1 = \frac{S_1}{V}$, $t_2 = \frac{S_2}{V}$, где V – скорость волны, S_i – расстояние от i –

того пункта взрыва до пункта приема R . $S_i = \sqrt{(x_i - x_r)^2 + (h_i - h_r)^2}$. Учитывая, что расстояние между точками W и R известно (длина троса не изменяется), запишем следующее уравнение: $\Delta h = \sqrt{(x_0 - x_r)^2 + (h_0 - h_r)^2}$. Объединяя полученные выражения в систему, получим:

$$\begin{cases} t_1 = \frac{\sqrt{(x_1 - x_r)^2 + (h_1 - h_r)^2}}{V}, \\ t_2 = \frac{\sqrt{(x_2 - x_r)^2 + (h_2 - h_r)^2}}{V}, \\ \Delta h = \sqrt{(x_0 - x_r)^2 + (h_0 - h_r)^2}. \end{cases} \quad (1)$$

В системе (1) левые и правые части всех уравнений возведем в квадрат и перепишем её в виде системы (2).

$$\begin{cases} (x_1 - x_r)^2 + (h_1 - h_r)^2 = t_1^2 V^2, \\ (x_2 - x_r)^2 + (h_2 - h_r)^2 = t_2^2 V^2, \\ (x_0 - x_r)^2 + (h_0 - h_r)^2 = \Delta h^2. \end{cases} \quad (2)$$

Уравнения системы (2) описывают окружности с центрами в точках с координатами (x_1, h_1) , (x_2, h_2) , (x_0, h_0) и радиусами, величиной t_1V , t_2V и Δh соответственно. Обозначим эти окружности O_1 , O_2 и O_0 . Очевидно, что система (2) имеет единственное решение только тогда, когда все три окружности пересекаются в одной точке. Однако три окружности могут иметь от 0 до 6 точек пересечения попарно.

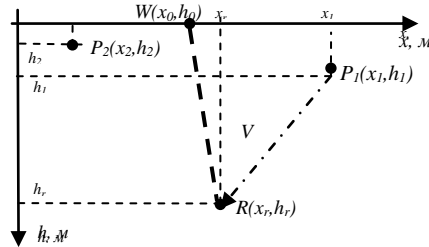


Рис. 1. Схема проведения ВСП с отклоненным ПП
 P_1 , P_2 – пункты взрыва, R – пункт приема, W – устье скважины

Для решения системы (2), воспользуемся преобразованием: вычтем уравнение окружности O_0 из двух других:

$$\begin{cases} -2x_r(x_2 - x_0) - 2h_r(h_2 - h_0) = t_2^2V^2 - \Delta h^2 - x_2^2 + x_0^2 + h_2^2 + h_0^2 \\ -2x_r(x_1 - x_0) - 2h_r(h_1 - h_0) = t_1^2V^2 - \Delta h^2 - x_1^2 + x_0^2 - h_1^2 + h_0^2 \end{cases}, \quad (3)$$

Решим систему относительно переменных x_r и h_r в матричном виде, обозначив матрицу системы:

$$A = -2 \cdot \begin{pmatrix} x_1 - x_0 & h_1 - h_0 \\ x_2 - x_0 & h_2 - h_0 \end{pmatrix},$$

вектор свободных переменных: $B = \begin{pmatrix} t_2^2V^2 - \Delta h^2 - x_2^2 + x_0^2 + h_2^2 + h_0^2 \\ t_1^2V^2 - \Delta h^2 - x_1^2 + x_0^2 - h_1^2 + h_0^2 \end{pmatrix}$

Решая уравнение

$$\begin{pmatrix} x_r \\ h_r \end{pmatrix} = A^{-1} * B, \quad (4)$$

получим функции зависимости координат ПП от квадрата скорости:

$$\begin{aligned} x_r &= \frac{(h_2 - h_0) \cdot (t_1^2V^2 - \Delta h^2 - x_1^2 + x_0^2 - h_1^2 + h_0^2) - (h_1 - h_0) \cdot (t_2^2V^2 - \Delta h^2 - x_2^2 + x_0^2 + h_2^2 + h_0^2)}{2h_1x_2 - 2h_2x_1 - 2h_1x_0 + 2h_0x_1 + 2h_2x_0 - 2h_0x_2} \\ h_r &= \frac{(x_1 - x_0) \cdot (t_1^2V^2 - \Delta h^2 - x_1^2 + x_0^2 - h_1^2 + h_0^2) - (x_2 - x_0) \cdot (t_2^2V^2 - \Delta h^2 - x_2^2 + x_0^2 + h_2^2 + h_0^2)}{2h_1x_2 - 2h_2x_1 - 2h_1x_0 + 2h_0x_1 + 2h_2x_0 - 2h_0x_2} \end{aligned}, \quad (5)$$

Подставим выражения (7) в уравнения окружности O_0 , получим биквадратное уравнение относительно V :

$$(x_0 - K_1 \cdot V^2 - N_1)^2 + (h_0 - K_2 \cdot V^2 - N_2)^2 = \Delta h^2, \quad (6)$$

где

$$K_1 = \frac{1}{2} \cdot \frac{\partial^2 x_r}{\partial V^2} = \frac{(h_2 - h_0) \cdot t_1^2 - (h_1 - h_0) \cdot t_2^2}{2h_1x_2 - 2h_2x_1 - 2h_1x_0 + 2h_0x_1 + 2h_2x_0 - 2h_0x_2}, \quad (7)$$

$$\begin{aligned} N_1 = x_r - K_1 \cdot V^2 = & - \frac{\Delta h^2 \cdot h_2 - \Delta h^2 \cdot h_1 + h_2^2 \cdot h_2 - h_1^2 \cdot h_0 - h_1 \cdot h_2^2 + h_1 \cdot h_0^2 - h_1 \cdot x_2^2 + h_1 \cdot x_0^2 + h_2^2 \cdot h_0}{2 \cdot (h_1 \cdot x_2 - h_2 \cdot x_1 - h_1 \cdot x_0 + h_0 \cdot x_1 + h_2 \cdot x_0 - h_0 \cdot x_2)} + \\ & + \frac{-h_0^2 \cdot h_2 + h_2 \cdot x_1^2 - h_2 \cdot x_0^2 - h_0 \cdot x_1^2 + h_0 \cdot x_2^2}{2 \cdot (h_1 \cdot x_2 - h_2 \cdot x_1 - h_1 \cdot x_0 + h_0 \cdot x_1 + h_2 \cdot x_0 - h_0 \cdot x_2)}, \end{aligned} \quad (8)$$

$$K_2 = \frac{1}{2} \cdot \frac{\partial^2 h_r}{\partial V^2} = \frac{(x_1 - x_0) \cdot t_1^2 - (x_2 - x_0) \cdot t_2^2}{2h_1x_2 - 2h_2x_1 - 2h_1x_0 + 2h_0x_1 + 2h_2x_0 - 2h_0x_2}, \quad (9)$$

$$N_2 = h_r - K_2 \cdot V^2 = - \frac{\Delta h^2 \cdot x_2 - \Delta h^2 \cdot x_1 + h_1^2 \cdot x_2 - h_1^2 \cdot x_0 - x_1 \cdot h_2^2 + x_0 \cdot h_2^2 - x_2 \cdot h_0^2 + x_2 \cdot x_1^2 - x_1^2 \cdot x_0 + 2 \cdot (h_1 \cdot x_2 - h_2 \cdot x_1 - h_1 \cdot x_0 + h_0 \cdot x_1 + h_2 \cdot x_0 - h_0 \cdot x_2) + \frac{x_2^2 \cdot x_1 + x_0 \cdot x_1^2 - x_2 \cdot x_0^2 - x_1 \cdot x_0^2}{2 \cdot (h_1 \cdot x_2 - h_2 \cdot x_1 - h_1 \cdot x_0 + h_0 \cdot x_1 + h_2 \cdot x_0 - h_0 \cdot x_2)}}{2 \cdot (h_1 \cdot x_2 - h_2 \cdot x_1 - h_1 \cdot x_0 + h_0 \cdot x_1 + h_2 \cdot x_0 - h_0 \cdot x_2)} \quad (10)$$

Так как параметр $V > 0$, то решение (6) описывается выражением (11). Если (11) дает 2 положительных действительных решения, то, верным является единственное, при подстановке которого в выражения (5) $h_r > h_r$.

$$V_{1,2,3,4} = \sqrt{\frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4 \cdot a \cdot c}}{2 \cdot a}} \quad (11)$$

где: $a = K_1^2 + K_2^2$, $b = -2(K_1 \cdot (x_0 - N_1) + K_2 \cdot (h_0 - N_1))$, $c = (x_0 - N_1)^2 + (h_0 - N_2)^2 - \Delta h^2$.

Предложенный метод оценки положения ПП по данным ВСП позволяет оценить не только координаты ПП, но и скорость распространения волны в среде.

Литература

1. Бевзенко Ю. П. Проблемы нефтегазопоисковых работ и возможности современной сейсморазведки. – Ж.: Глобус, 2009 – №1 – С. 39-41
2. Кондратьев О. К. Обсуждение проблем современной геофизики на постоянно действующем геофизическом семинаре (ПДГС). – Ж: Геофизика, 2004, – № 4 – С. 60-64

УЧЕТ АПРИОРНОЙ ИНФОРМАЦИИ ПРИ ОБРАБОТКЕ СПУТНИКОВЫХ ДАННЫХ.

А. В. Зиновьев

Научный руководитель профессор М.Ю. Катаев

Томский университет систем управления и радиоэлектроники, г. Томск, Россия

Задача по изучению атмосферы и прогнозированию в области изменения климата особенно актуальна. Процесс увеличения количества парниковых газов в атмосфере требует постоянного наблюдения, так как он является одной из основных причин повышения температуры Земли. Развитие промышленности и урбанизация последнего столетия привели к значительному увеличению выброса парниковых газов в атмосферу. Единственным способом контроля содержания и поведения газов в планетарном масштабе является спутниковый.

23 января 2009 г. японским космическим агентством (JAXA) был запущен спутник GOSAT (Ibuki) - первый в мире спутник, чьей задачей является мониторинг парниковых газов. Он оборудован инфракрасными датчиками, которые улавливают отраженный от поверхности Земли и тел атмосферы солнечный свет.

Взаимодействие солнечного излучения с атмосферой приводит к рассеянию и поглощению фотонов солнечного излучения и количественно определяется свойствами газового состава и типами аэрозоля. Отраженное от поверхности излучение зависит от рельефа поверхности и ее типа, который влияет на отражающую способность. Подстилающая поверхность обладает рядом характеристик, влияющих на изменение отраженного от нее света. Способы учета влияния рельефа горных областей описаны в [5]. В работах [1] и [2] приведены различные способы топографической коррекции. В [4] авторы рассматривают методы компенсации теней для массивов хвойных лесов. При учете всех этих факторов та часть солнечного света, что достигла спутникового устройства, может быть использована для определения содержания газовой структуры атмосферы, т.к. она зависит от поглощающих свойств газовой структуры. Подробное описание форматов полученных данных и методов их обработки содержится в работе [3].

Подход при обработке спутниковых сигналов, используемый в настоящее время, не учитывает, либо неэффективно учитывает влияние на сигнал подстилающей поверхности.

Целью работы является обработка спутниковых сигналов с учетом влияния на них подстилающей поверхности и сравнение полученных результатов с результатами обработки без учета этого влияния. Поверхность Земли, в свою очередь, обладает рядом характеристик, влияющих на ее роль в отражении солнечного света. Среди них были выделены и учтены следующие: рельеф земной поверхности, отражательная способность типов земной поверхности. Для получения информации об этих факторах были использованы следующие свободно распространяемые базы данных: SRTM (Shuttle Radar Topographic Mission), GLC2000 (Global Land Cover 2000), ASTER (Advanced Spaceborne Thermal Emission and Reflection Radiometer).

Сигнал представлен выражением:

$$I_1(\lambda, \varphi) = I_0 \cdot \varepsilon \cdot W_{surf} \cdot \tau$$

где I_1 – спектр отраженного от поверхности солнечного излучения, ε – коэффициент отражения, зависящий от типа поверхности, W_{surf} – параметр, характеризующий рельеф, τ – пропускание атмосферы.

Данные, предоставляемые проектом GOSAT делятся на 4 уровня, в зависимости от обработки и содержания. Задачей разрабатываемого комплекса является преобразованием данных уровня 1В в уровень 2.

Уровень 1В содержит наблюдаемые данные, преобразованные в спектральные для каждой длины волны и подвергнутые радиометрической коррекции, а также результаты геолокации наблюдаемой точки и спектральную информацию калибровки данных [3].

Уровень 2 представляет собой колонки содержания углекислого газа (CO_2) и метана (CH_4), а также колонки, содержащие соответствующую долю углекислого газа и метана для сухого воздуха [3].

На рисунке 1 представлен алгоритм расчета данных уровня 2 по данным уровня 1В с учетом влияния подстилающей поверхности.

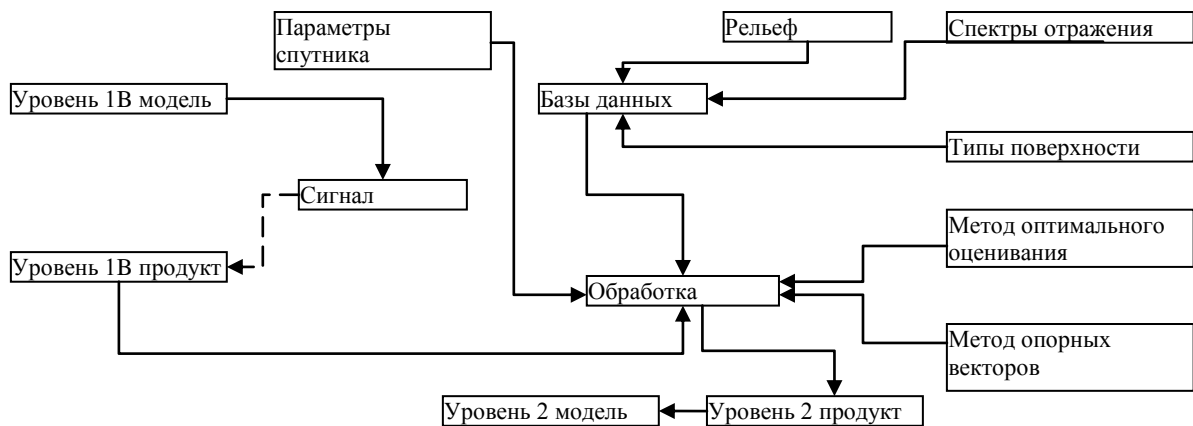


Рис. 1. Схема расчета модели уровня L2 из данных измерений уровня L1В

Работа с сигналом делится на два этапа: предобработку (рис. 2) и восстановление. Предобработка состоит из ряда методов, применяемых для очистки сигнала от меняющих его факторов, за исключением его поглощения в атмосфере. К ней также относится и исключение влияния подстилающей поверхности. Для восстановления концентрации газов можно использовать различные методы. В разрабатываемом комплексе используется метод опорных векторов.

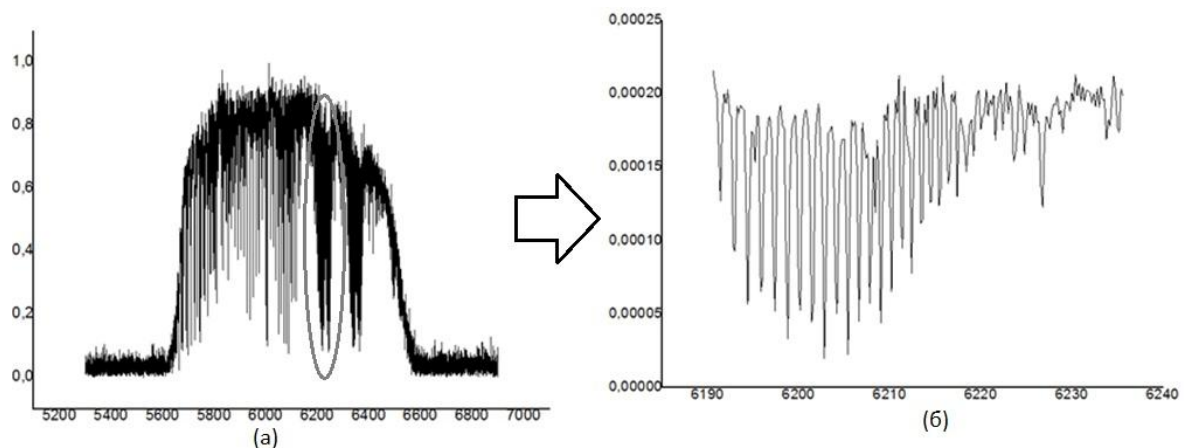


Рис. 2. Пример спутникового сигнала (а) и сигнала, прошедшего предобработку (б)

В результате разработан продукт, с помощью которого можно отслеживать и анализировать влияние подстилающей поверхности при обработке спутниковых сигналов.

Литература

1. Assessment of Different Topographic Corrections in Landsat-TM Data for Mapping Vegetation Types / David Riano [et al.] // IEEE Transactions On Geoscience And Remote Sensing, 2003. – Vol. 41. – No. 5. – P. 1056 - 1061.

2. Comparison of Different Topographic Correction Methods using AWiFS Satellite Data / Sartajvir Singh [et al.] // International Journal Of Advanced Engineering Sciences And Technologies, 2011. – Vol. 7. – No. 1. – P. 103 - 109.
3. GOSAT PROJECT [Электронный ресурс]: Ibuki Data User Handbook. – Электрон. дан. – Japan Aerospace Exploration Agency, 2011. – URL: https://data.gosat.nies.go.jp/GosatUserInterfaceGateway/guig/doc/GOSAT_HB_E_1stEdition_for_HP.pdf
4. Interpretation and topographic compensation of conifer canopy self-shadowing / Van R. [et al.] // Remote Sensing of Environment, 2008. – P. 3820 - 3832 .
5. The topographic correction of spot imagery for mountainous terrain / Gin-Rong Liu [et al.] // Asian journal of Geoinformatics, 2009.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МОДЕЛЕЙ ЭЛЕКТРОПРОВОДНОСТИ ДЛЯ ИМИТАЦИИ ДИАГРАММ ИНДУКЦИОННЫХ КАРТАЖНЫХ ЗОНДИРОВАНИЙ

Ю.С. Иванов

Научный руководитель доцент В.Н. Глинских

Новосибирский государственный университет, г. Новосибирск, Россия

При изучении резервуаров нефти и газа задачу определения фильтрационно-емкостных свойств флюидонасыщенных пластов-коллекторов решают с привлечением петрофизических исследований на керновом материале. Одной из основных физических характеристик горных пород, по которой определяется флюидонасыщенность, является их удельное электрическое сопротивление или обратная ей величина - удельная электропроводность. Связь петрофизических параметров и удельной электропроводности флюидонасыщенных песчаников традиционно описывается классической формулой Дахнова-Арчи [1,2]. Эта модель не учитывает ряд факторов, в том числе глинистость, которая, как известно, существенно влияет на общую электропроводность породы. Корректная оценка глинистости может быть проведена на основе учета объемной доли и состава глинистого материала, а также пространственного распределения глинистых частиц в породе.

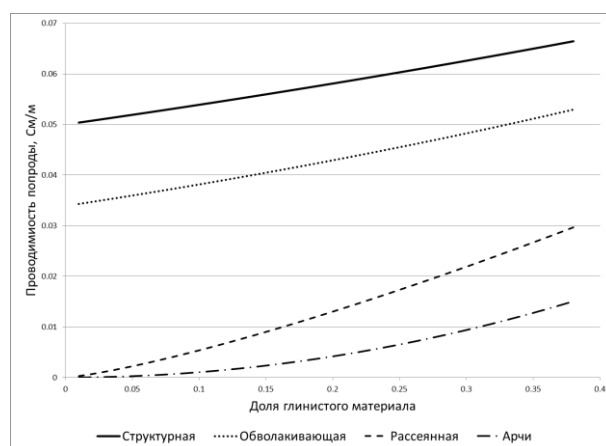


Рис. 1. Зависимости общей электропроводности породы от количества глинистого материала для обобщенных моделей электропроводности

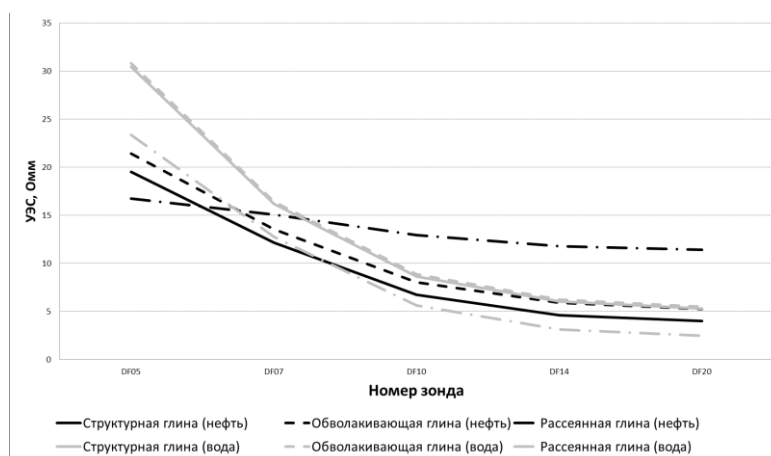


Рис. 2. Результаты численного одномерного моделирования сигналов индукционного каротажа для моделей водо и нефтенасыщенного коллекторов при описании обобщенными моделями электропроводности

В настоящей работе используются модели электропроводности, учитывающие глинистость [3,4]. Рассмотрены модели, описывающие три типа глинистости различного генезиса – структурная, обволакивающая и рассеянная. В первом случае глина присутствует в виде зерен, участвующих в формировании скелета породы, во втором – в виде тонких оболочек вокруг зерен кремниевого непроводящего каркаса, а в третьем – в виде мелкодисперсных включений в поровом пространстве песчаного каркаса. Характер зависимости общей электропроводности породы от доли глинистого материала для первых двух моделей весьма схож, поведение модели рассеянной глины же совершенно иное (рис. 1).

Для всех трех моделей общая электропроводность существенно зависит от пористости и электропроводности флюида, которая, в свою очередь, определяется содержанием пластовой воды, ее минерализацией и температурой [5]. Стоит отметить немаловажную особенность песчано-глинистых коллекторов: при увеличении минерализации раствора на фоне роста проводимости самого флюида растёт и аномальная проводимость глинистого материала [6]. Применительно к индукционным каротажным зондированиям скважин с использованием моделей электропроводности проведено численное моделирование и сравнительный анализ электромагнитных сигналов в типичных моделях терригенных флюидонасыщенных коллекторов Западной Сибири.

Для юрских нефтенасыщенных коллекторов Западной Сибири характерны низкие значения сопротивления, близкие к значениям сопротивлений водонасыщенных. В данной работе автор проводит исследование влияния глинистого материала в породе на общую электропроводность породы-коллектора.

Прямое одномерное моделирование сигналов индукционного каротажа в рамках цилиндрически-слоистой модели «скважина-зона проникновения-пласт» с использованием обобщенных моделей электропроводности демонстрирует возможность объяснения низких сопротивлений нефтенасыщенного коллектора наличием глинистого материала (рис. 2).

Литература

1. G.E. Archie, The electrical resistivity log as an aid in determining some reservoir characteristics, Tran. AIME, Vol. 146, P 54-62, 1942.
2. Дахнов В. Н., Интерпретация результатов геофизических исследований разрезов скважин: Учебник для вузов. 2-е изд., перераб. – М., Недра, 1982.
3. A.E. Bussian, Electrical conductance in a porous medium, Geophysics, –Vol. 48, –P 1258-1268, 1983.
4. Lima Olivar, A. L. and M. M. Sharma, A grain conductivity approach to shaly sandstones, Geophysics, –Vol. 55, –P 1347-356, 1990.
5. Zhong Wang and Leiv-J. Gelius. Modeling of Seabed Logging Data for a Sand-shale Reservoir, Piers online, –Vol. 3, –P 236-240, 2007.
6. W.O. Winsauer and W.M. McCardell. Ionic double-layer conductivity in reservoir rock, Petroleum transactions, AIME, –Vol. 198, –P 129-134, 1953.

ОСОБЕННОСТИ СТРОЕНИЯ ИМПАКТНОГО КРАТЕРА MADONA (ЛАТВИЯ) ПО ДАННЫМ ТЕПЛОВИЗИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ

Л.К. Каримова

Научный руководитель профессор А.С.Борисов

Казанский (Приволжский) Федеральный университет, г. Казань, Россия

Комплексное изучение крупных кратеров (воронок, лунок), расположенных на поверхности Земли диаметром первые десятки километров, показало, что причиной таких катастроф прошлого является падение гигантских метеоритов или импактные события («*imprast*» – столкновение, взаимодействие). Метеоритная бомбардировка Земли как геологический процесс стала рассматриваться только с 60-х годов прошлого века, благодаря работам канадских и американских геологов Р. Дитца, Р. Грива, Е. Шумейкера и др. [1]. На Земле обнаружено около 160 крупных астроблем диаметром десятки и сотни километров, которые имеют разный возраст образования. Распределение астроблем по поверхности Земли носит случайный характер. Больше всего их в восточной части Северной Америки, в Европе и Австралии [2].

Значительная часть изучаемой территории Республики Латвия является западной окраиной Восточно-Европейской платформы, которая содержит моренные слабохолмистые равнины с высотами 100–200 м над уровнем моря. На востоке страны располагается Видземская возвышенность, в пределах которой нами впервые установлено местоположение ранее неизвестного кратера импактного генезиса. В дальнейшем он получил название *Madona*, от близости географического расположения одноименного населенного пункта.

Основываясь на тепловизионной томографии геологических сред и развиваемых признаках диагностики импактного события [3] устанавливается следующая природа кратера *Madona*.

Формирование кратера *Madona*, очевидно, произошло после падения гигантского астероида на границе Латвии и Эстонии с возникновением кратера диаметром свыше 180 км под названием *Валга*. К настоящему времени импактное происхождение его полностью не доказано. Но на южной границе этого импактного события выявляются наложенные структурные образования земной коры, несомненно, формирующие новый кратер *Madona* (рис.1).

На мозаике космических снимков района кратера выражен округлой депрессией с диаметром внутреннего кольца 12,5 км, внешнего – 20-25 км. Этот вид структуры проявляется в результате дугообразной формы рельефа местности, краевые части которой контролирует система мелких озер, располагающихся по

всему периметру. По дневной поверхности структура сильно эродирована. Вероятно, что импактиты кратера были уничтожены в результате интенсивной речной и ледниковой деятельности, увеличившей также и диаметр депрессии в результате размыва ее бортов.

Таблица 1

Характеристика зоны разуплотнения импактного кратера Madona

Наименование	Широта	Долгота	Диаметр D , км	Глубина H , км	Ширина R , км	Камера V , км ³	Флюид $V_{ф}$, км ³
Madona (Латвия)	56°57' с.ш.	25°50' в.д.	12,5 км	3–5	5–6	4,7	0,1–0,24

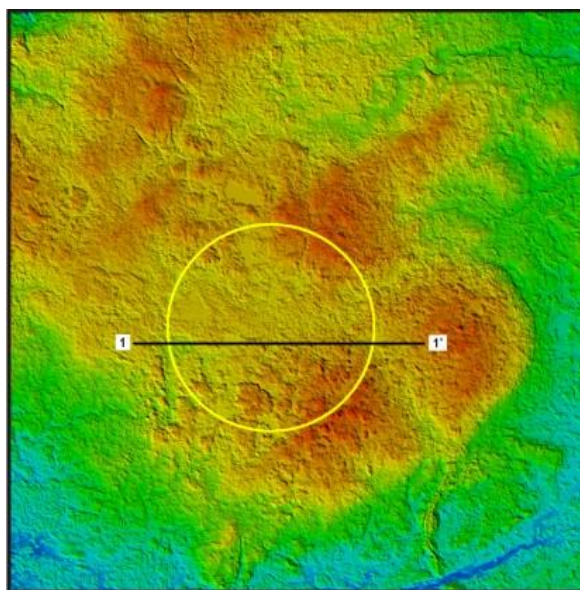


Рис. 1. Карты рельефа местности импактного кратера Madona

Наибольшее скучивание пород осадочного чехла наблюдается в северо-восточной и юго-восточной части территории исследования. На фоне необычно приподнятого рельефа местности в 140 м над уровнем моря фокусируются реликтовые следы кратера. Отдельные возвышенности на бортах структуры достигают отметок 250–265 м, а к центру уменьшаются до 200 м. Центральное поднятие фундамента, не имея куполообразной формы, характеризуется впадиной, которая окружена кольцевым желобом. С внешней стороны к желобу примыкает зона террас с изменяющейся шириной и наклоном плоскостей соскальзывания в сторону центра кратера. Зона террас рассечена неглубокими радиальными отрогами и речными долинами. Все это приводит нас к мысли, что направление падения метеорита происходило с запада на восток.

Из сравнения разреза блоково-разломных структур (рис.2), которое рассчитано по космическому снимку в дальнем инфракрасном диапазоне, следует отметить разительное сходство модели Madona с ранее рассмотренными кратерами малых размеров [3]. Модель среды содержит: низкотемпературную камеру с центром зоны разуплотнения на ПК 19 км; листрический вид тектонических нарушений, описывающий в разрезе чашеобразную форму структуры; anomalно плотные породы в краевой части кратера; устойчивую связь диаметра кратера с размерами внутрикоровой разуплотненной зоны.

Спектральная характеристика теплового поля отчетливо проявилась в амплитуде аномалий нормализованного индекса стресса растительности ISN, рассчитанного по данным «Landsat-ETM+», минимальные значения которых совпадают с расположением кратера. Это обстоятельство объясняется мощным развитием растительности в результате образования структуры в виде впадины, содержащей на поверхности болотистую почву. Локальные максимумы ISN контролируют выходы плотных пород в краевых частях разреза.

Мониторинг экологического состояния территории проводился путем интерпретации разностного показателя индекса «стресса» (ΔISN) в увязке с глубинным строением геологической среды. Карта ΔISN территории кратера условно может быть ранжирована на два участка. Восточная окраина площади проявляется преимущественно локальными зонами больших значений ΔISN , в результате чего в плане образован специфический радиальный сектор ландшафтно-растительной системы. Нарастающая динамика индекса за семилетний период указывает на ухудшение экологического состояния этого участка среды.

Для оставшейся большей части территории имеем, как правило, нормальное значение индекса ΔISN . На этом фоне минимальные величины пикселя выстраиваются в слабо уловимую цепочку, образуя круг радиусом 20–25 км, совпадающий с внешним кольцом структуры кратера. То есть схема отображает конфигурацию

неотектонических активных зон, имеющих более интенсивный режим флюидных потоков минерализованных подземных вод. Отдельные участки аномальных положительных значений ΔISN расположены в пределах населенных пунктов и указывают на ухудшение экологической обстановки в этих местах.

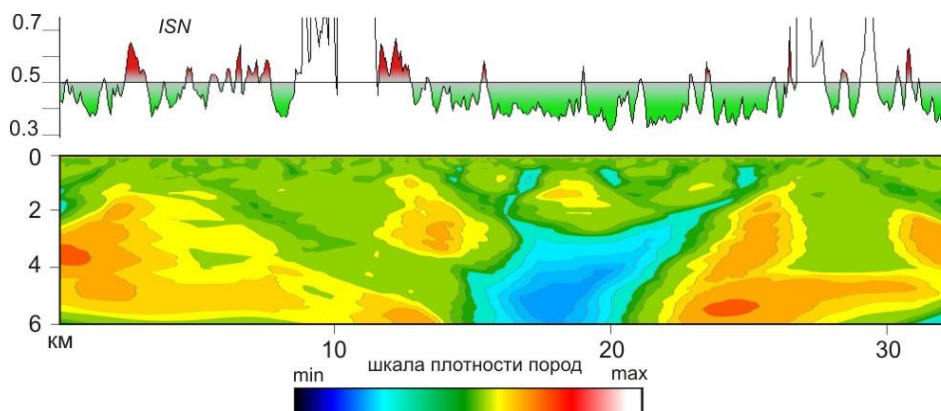


Рис. 2. Разрез блоково-разломных структур импактного кратера Madona

Верификация полученных результатов возможна на основе независимых геолого-геофизических данных наземных полевых работ, включая отбор проб и геохимический анализ импактитов осадочного чехла, являющихся важнейшим диагностическим признаком ударного метаморфизма.

Литература

1. Melosh H.J. Impact cratering: a geologic process. 1989, Oxford University Press, N.-Y., – 245 p.
2. Полный каталог импактных структур Земли А.В.Михеевой, ИВМиМГ СО РАН [Электронный ресурс]. URL: <http://labmpg.sssc.ru/Impact/>
3. Каримова Л.К. Тепловизионная томография при изучении импактных кратеров//Геология, геофизика и разработка нефтяных и газовых месторождений. – Москва, 2011. – № 9. – С. 28 – 37.

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ЗАЛЕЖЕЙ УГЛЕВОДОРОДОВ НА ОСНОВЕ ТРАНСФОРМАЦИЙ МАГНИТНЫХ АНОМАЛИЙ

И.Б. Ковалев, Д.И. Тенгелиди

Научный руководитель доцент Е.В. Гусев

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Область применения магнитных съемок при нефтегазопроисловых работах обычно ограничивалась изучением региональных особенностей геологического строения территорий, исследованием структуры и вещественного состава кристаллического фундамента молодых и древних платформ и решением общих задач геокартирования. Осадочный чехол из-за очень слабых магнитных свойств пород, как правило, исключался из объектов исследования. С появлением новой высокоточной аппаратуры и проведением с ее помощью массовых съемок были выявлены новые специфические аномалии магнитного поля малой амплитуды, пространственно приуроченные к залежам углеводородов [1, 2, 3 и др.]

К настоящему времени в юго-восточной части Западно-Сибирской плиты на нескольких месторождениях проведены наземные детальные высокоточные магнитные съемки. Анализ полученных данных был проведен сотрудниками Томского политехнического университета [4, 5] На рис.1 приведены результаты магнитной съемки, проведенной на Арчинском газоконденсатном месторождении.

В области залежи наблюдаются «микромагнитные аномалии», представляющие собой участки резко дифференцированного по амплитуде высокочастотного магнитного поля, наложенного на плавно меняющийся фон средне- и низкочастотных аномалий. Региональные магнитные аномалии, связанные с глубоко залегающими объектами, исключаются осреднением, остаточные аномалии содержат информацию об осадочном чехле и областях его эпигенетического преобразования, включая верхнюю часть разреза.

Зоны повышенной дисперсии амплитуд фиксируют участки с резко дифференцированными магнитными свойствами – «магнитные шляпы» (по В.П. Меркулову), которые приурочены к залежам углеводородов и субвертикальным зонам эпигенетических преобразований.

Кроме дисперсионного анализа можно применять спектрально-энергетический анализ магнитного поля [5]. При этом скользящим окном (способом периодограмм) по профилю считаются спектры Фурье и строятся разрезы спектров в вертикальной развертке при условии, что полупериод (ширина) аномалий зависит от глубины аномалиеобразующих источников – чем глубже источник, тем шире аномалия. На разрезах спектров в зонах залежей обнаруживаются аномально высокие значения спектральной плотности на всю глубину.

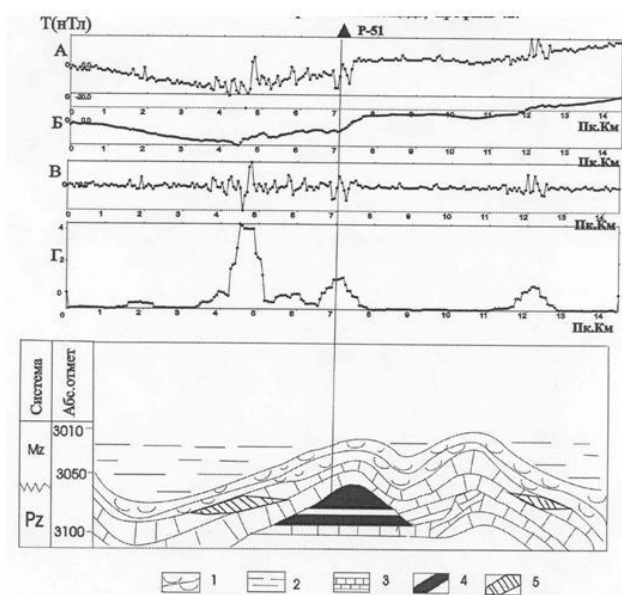


Рис. 1. Структура магнитного поля и его трансформант над Арчинским газоконденсатным месторождением (по В.П. Меркулову, 2002)
 А, Б, В - соответственно наблюдаемое, осредненное и остаточное магнитное поле, Г - дисперсия магнитного поля; 1 - кора выветривания, 2 - породы осадочного чехла, 3 - карбонатные породы фундамента, 4 - залежь газоконденсата, 5 - прогнозная залежь

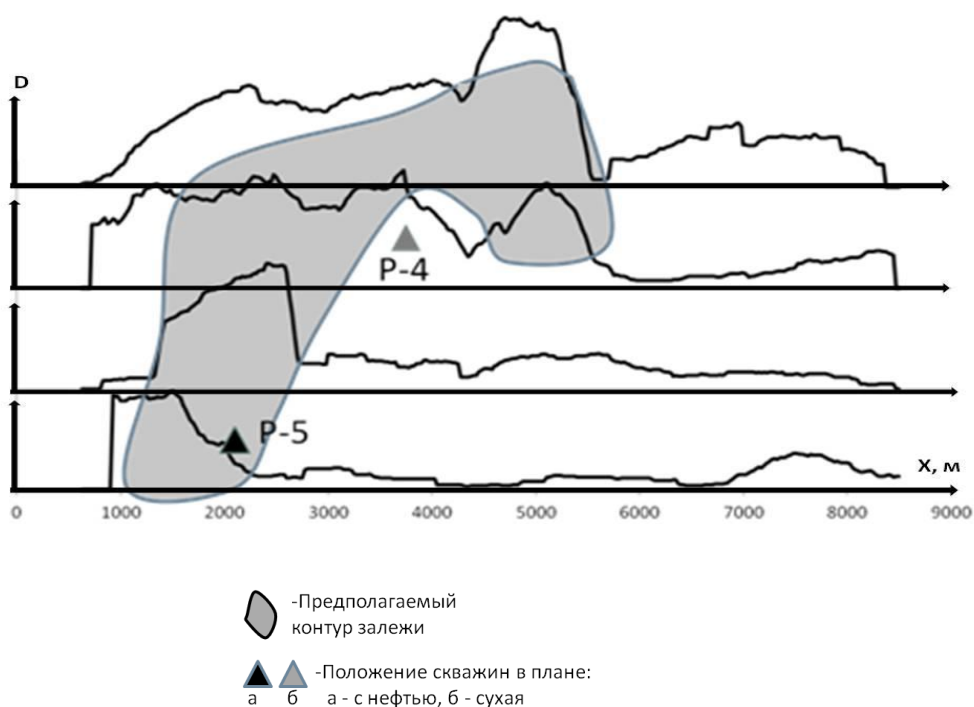


Рис. 2. План графиков дисперсии остаточных аномалий магнитного поля по окну 1250 м

Методика опробована на месторождениях Арчинской, Крапивинской, Южно-Черемшанской, Колотушной, Герасимовской площадей [4, 5, 6], залежи углеводородов которых приурочены к различным стратиграфическим интервалам от палеозоя до нижнего мела. Достоверность локального прогноза составила более 84%, что подтверждено последующим бурением разведочных и эксплуатационных скважин на Южно-Черемшанском и Крапивинском месторождениях.

Однако нельзя с уверенностью утверждать, что отмеченная закономерность будет встречаться на всех месторождениях. Поэтому целью настоящей работы является опробование эффективности методики ещё на одной - Селимхановской площади.

Магниторазведочные работы проведены на Селимхановском участке в 2008 году, но описанная методика для прогнозирования залежей здесь не применялась. В административном отношении территория участка расположена в Парабельском районе Томской области. В тектоническом отношении участок входит в состав Пудинского мегавала.

Геологический разрез района работ можно представить в виде двухслойной модели: нижний слой – доюрское основание (фундамент), верхний слой – мезокайнозойский платформенный чехол. Нефть связана с горизонтами тюменской наунакской и георгиевской свит (средний -верхний мел).

В качестве исходного материала использовались данные магнитной съемки по пяти профилям длиной 9 км с шагом 25 метров. На первом этапе было проведено усреднение магнитного поля скользящими окнами, 250, 500 и 1250 м. Затем были рассчитаны энергетические спектры Фурье скользящими окнами с теми же размерами. В каждой расчетной точке спектры были развернуты по вертикальной оси в соответствии с вышеприведенными соображениями. Наиболее эффективными оказался параметр преобразования (окно) размером 1250 метров. По данным опробования скважина Р-4 сухая, Р-5 - нефтеносная. На рис. 2 приведены данные расчета дисперсий скользящим окном размером 1250 метров. Здесь ясно просматривается приуроченность скважины Р-5 к зоне максимальных значений дисперсии. Скважина Р-4 находится в краевой части повышенных значений дисперсии, однако не в зоне максимума. Похожая картина наблюдается и на разрезах спектров Фурье, рассчитанных также скользящим окном размером 1250 метров (рис.3).

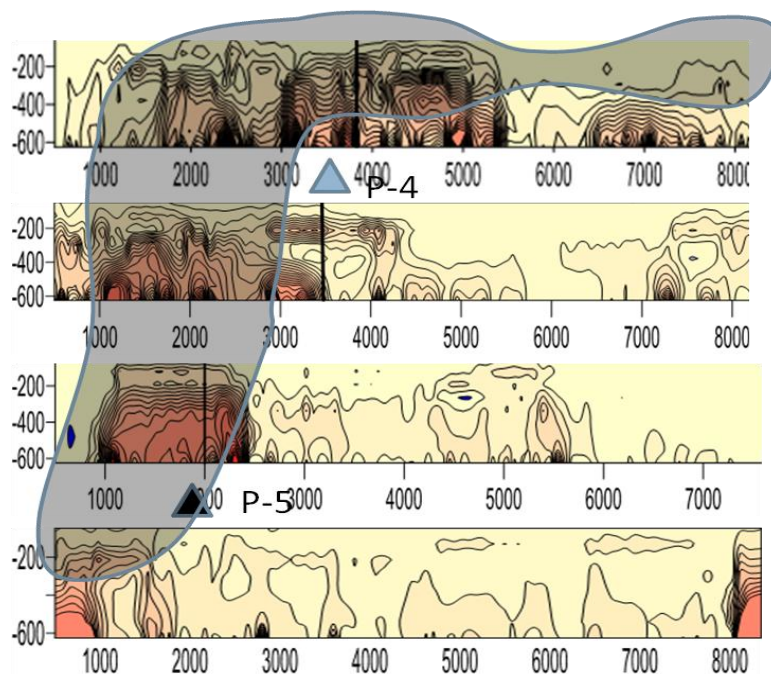


Рис. 3. Вертикальная развертка спектров Фурье по скользящему окну 1250м (Селимхановская площадь)

На основании приведенных сведений можно сделать следующие выводы:

Однозначно и уверенно в приуроченности нефтегазовых залежей повышенных значений дисперсии и спектральных плотностей на Селимхановском месторождении судить нельзя, поскольку истинный контур залежи можно только предполагать (см. рис. 3 – 4), однако приведенные данные позволяют говорить об эффективности включения в геофизический комплекс детальной магнитной съемки.

Неполное соответствие пространственного положения залежей, выявленное по дисперсии и по спектрам, очевидно, объясняется недостаточной плотностью магнитных наблюдений. Кроме того, в соответствии с тектонической схемой, полученной по сейсмическим данным, разрывные нарушения в фундаменте здесь простираются вдоль профилей наблюдений и поэтому степень изрезанности магнитных аномалий по профилям резко различается.

Параметры трансформаций, использованные ранее на Крапивинской, Арчинской, и др. площадях, близки к параметрам, определенным как оптимальные для Селимхановской площади, однако для каждого месторождения, вероятно, эти параметры необходимо уточнять.

В заключение авторы выражают признательность В. П. Меркулову за любезно предоставленные данные полевых наблюдений по Селимхановской площади.

Литература

1. Березкин В.М., Киричек М.А., Кунарев А.А. Применение геофизических методов разведки для прямых поисков месторождений нефти и газа. – М.: Недра, 1978.
2. Еремин В.Н. Магнитная зональность осадочных пород и пространственное распределение минералов железа в зонах влияния углеводородов // Геология нефти и газа. – М., 1986. – № 4. – С. 28 – 32.
3. Каштанов В.А. Локальный нефтепрогноз по данным аэромагнитной съемки. // Геология нефти и газа. – М., 1988. – № 12. – С. 7 – 12.
4. Меркулов В.П., Зятев Г.Г. Нетрадиционные возможности применения некоторых геофизических методов в нефтяной геологии Западной Сибири // Материалы региональной конференции геологов Сибири, Дальнего Востока и Северо-Востока России. – Томск, 2000, – Том 2 – С. 492 - 495.
5. Меркулов В.П. Магнитные поля месторождений нефти и газа и возможности их использования при картировании залежей углеводородов: Геология, поиски и разведка полезных ископаемых Сибири // Известия Томского политехнического университета. – Томск: Изд. ТПУ, 2002, – Т. 305. – вып. 6 – С. 218 – 224.
6. Меркулов В.П., Зятев Г.Г. Гравимагнитные исследования при локальном прогнозе нефтегазоносности (на примере Лавровского наклонного вала). // Геофизические методы при разведке недр и экологических исследованиях: Материалы науч.-техн. конф., посвящ. 100-летию со дня рождения Д.С. Микова. – Томск.: Изд. ТПУ, 2003, – Вып. 2 – С. 120 – 125.

ГЕОФИЗИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ПОКРЫШЕК ПЛАСТОВ РАЗНОЙ ПРОДУКТИВНОСТИ (НА ПРИМЕРЕ ПРИОБСКОГО НЕФТЯНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ)

И.С. Кондратьев

Научный руководитель доцент Г.Г. Номоконова

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет,
г. Томск, Россия*

При геофизических исследованиях скважин (ГИС) получают огромный объем многопараметровой информации. Но при принятой процедуре интерпретации ГИС, когда все внимание сосредотачивается на выделенных пластах-коллекторах, из геофизических данных извлекается не вся полезная информация. В частности, мало внимания уделяется геофизическим характеристикам пород, перекрывающих эти пласты, то есть покрышкам. В настоящей работе излагаются результаты сравнительного анализа геофизических характеристик покрышек нефтенасыщенных пластов в разрезах одного из крупнейших нефтяных месторождений Западной Сибири – Приобского месторождения.

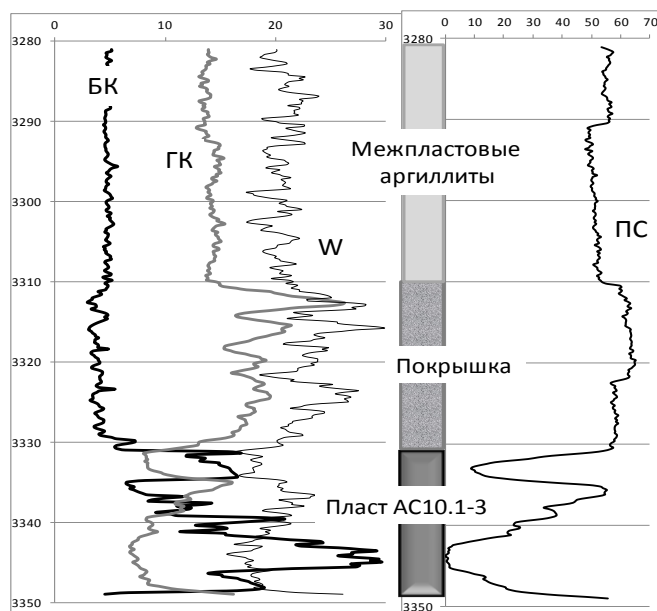


Рис. 1. Геолого-геофизический разрез по одной из скважин Приобского месторождения, включающий нефтенасыщенный пласт АС10.1-3 высокой продуктивности (надпластовый интервал разреза расчленен по данным ГИС)

Анализировались данные ГИС по разрезам 11 скважин, вмещающим продуктивные пласты АС-10 Неокомского нефтегазового комплекса. Пласты представлены песчаниками с прослоями алевролитов, межпластовые интервалы – преимущественно аргиллитами. Исследовались петрофизические параметры, определяемые методами стандартного комплекса ГИС: естественная гамма-активность (ГК, мкР/ч); самопроизвольная электрическая поляризация (ПС, мВ); удельное электрическое сопротивление (БК, Ом*м) и

водородосодержание (W, %) по данным нейтронного каротажа по тепловым нейтронам (рис. 1). Продуктивность пластов (P, м*%) оценивалась по данным интерпретации ГИС как произведение следующих параметров: нефтенасыщенной мощности пласта, средневзвешенных значений коэффициента пористости (в %) и коэффициента нефтенасыщенности (в долях единицы).

Таблица

Результаты статистической обработки значений петрофизических параметров аргиллитов разреза, включающего пласты разной продуктивности

Аргиллиты:	Средние значения (стандартные отклонения) показаний методов ГИС			
	ПС, мВ	БК, Ом*м	ГК, мкР/час	W, %
покрышки пласта АС10.1-3*	60 (4,1)	4,3 (1,9)	17,9 (3,0)	23,2 (2,6)
покрышки пласта АС10.0.1	53,3 (1,6)	5,4 (1,1)	14,1 (1,1)	21,1 (1,7)
межпластовые	52,6 (2,6)	4,8 (0,2)	14,1 (0,6)	20,5 (1,3)

*Примечание: Жирным шрифтом выделены данные более продуктивного пласта (по результатам испытания).

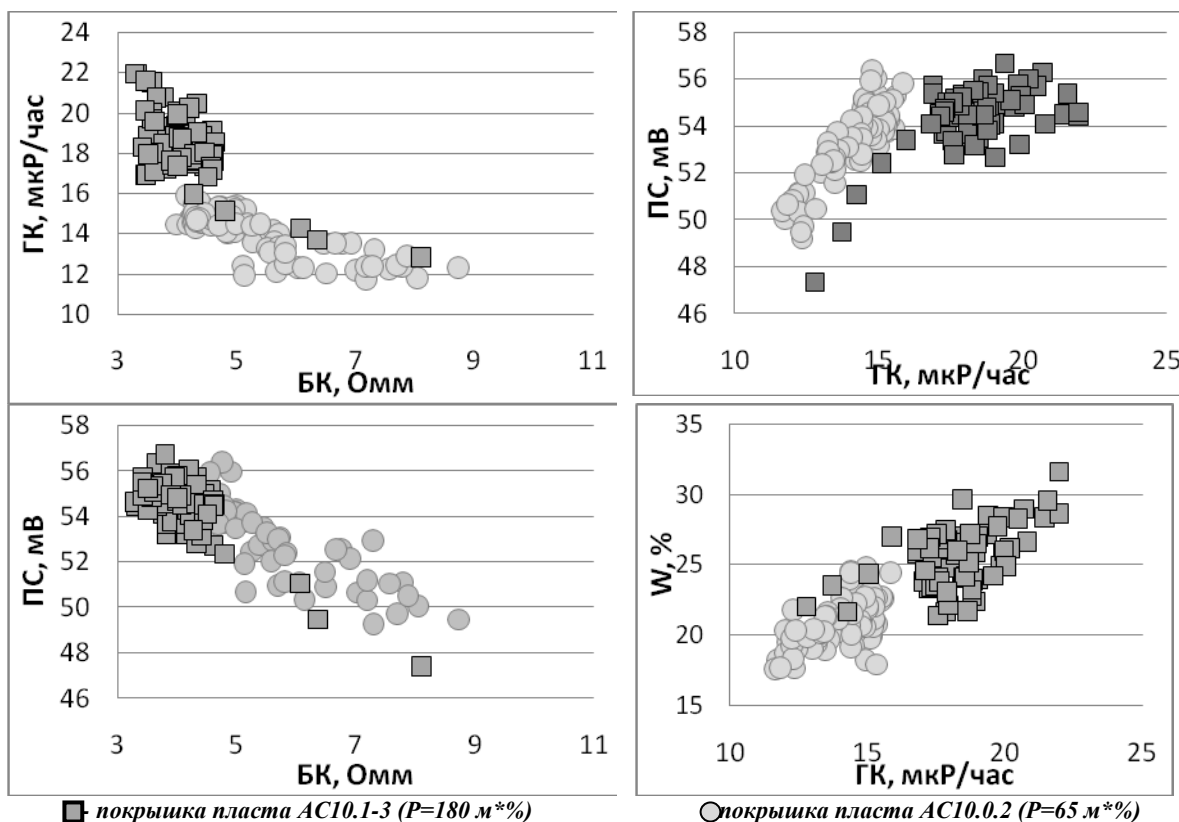


Рис. 2. Результаты корреляционного анализа петрофизических параметров (показаний методов ГИС) покрышек пластов разной продуктивности

Результаты исследований кратко сводятся к следующему.

1. Глинистые образования, разделяющие пласты горизонта АС10 Приобского месторождения, неоднородны по петрофизическим характеристикам. Выделяется обособленный петрофизический тип аргиллитов – покрышки продуктивных пластов (рис. 1,2, табл.).

Наглядно это можно продемонстрировать на примере разреза рис. 1. Нефтенасыщенный пласт АС10.1-3 на фоне вмещающих аргиллитов закономерно отображается аномальными понижениями показаний ПС, ГК и значений водородосодержания и повышением удельного электрического сопротивления (УЭС по данным БК). Выше размещены аргиллиты с резко противоположным изменением геофизических характеристик: аномально высокие показания ПС, ГК и W и аномально низкие – БК. Вверх по разрезу геофизическое отличие аргиллитов от пластов-песчаников уменьшается, что и позволило выделить две неоднородности межпластовых глинистых образований с разными петрофизическими свойствами: покрышки нефтенасыщенных пластов и собственно межслоевые аргиллиты (рис.1). Наличие в разрезе водонасыщенных пластов практически не изменяет физические свойства перекрывающих глинистых образований.

2. Аномальность петрофизической характеристики покрышки зависит от продуктивности перекрывающего пласта. Сделано сравнение петрофизических параметров покрышек пластов АС10.1-3 и АС10.0.1, продуктивность которых оценивалась по данным испытания скважин (табл.) или по результатам

интерпретации ГИС (рис.2), а также размещенных между этими пластами глинистых образований.

Из приведенных материалов видно, что покрывки более продуктивного пласта АС10.1-3 и менее продуктивного пласта АС10.0.2 значительно различаются по средним значениям геофизических параметров и образуют относительно обособленные области на полях корреляции. Наиболее информативным показателем продуктивности пластов является радиоактивность аргиллитов покрывки, поскольку именно по этому параметру области точек не перекрываются (рис.2). Однако более надежным признаком является УЭС, поскольку понижения этого параметра в покрывках продуктивных пластов дублируется сразу несколькими методами каротажа, включая ВИКИЗ и микрозондирования.

3. Продуктивность пластов определяется качеством покрывки, и при прочих равных условиях под покрывками с хорошими изоляционными свойствами формируются пласты большей продуктивности.

Принимая во внимание причины изменения значений геофизических параметров, следует заключить, что изменение петрофизической характеристики покрывок связано с их глинистостью, либо с повышением количества глинистых компонентов в покрывке, либо с повышением качества глинистых минералов.

НОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПОСТРОЕНИЯ ЦИФРОВЫХ СЕЙСМИЧЕСКИХ ИЗОБРАЖЕНИЙ ГЕОЛОГИЧЕСКОГО РАЗРЕЗА ПРИ ПРОВЕДЕНИИ ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ИЗЫСКАНИЙ

А.Н. Крылевская

Научный руководитель профессор С.М. Крылатков

Уральский государственный горный университет, г. Екатеринбург, Россия

На основе записей, получаемых при инженерно-сейсмических работах, с использованием главным образом головных волн определяют глубину залегания коренных пород, мощность зоны выветривания, физические, упругие и деформационные характеристик грунтов при инженерно-геологических изысканиях.

В основном при обработке сейсмических записей используют кинематические (время прихода, скорость волн) и динамические (амплитуда, частота, степень затухания волн) характеристики зарегистрированных волн. Однако в инженерной сейсморазведке качественный характер многих динамических признаков и неоднозначность их истолкования усложняют возможности их эффективного применения, и приводит на практике к отказу от их использования. Практически выполняется в основном кинематическая обработка.

В сейсморазведке существуют способы построения временных разрезов по наблюдениям головных волн, такие как способ редуцированных сейсмических записей, способ суммирования по общей глубинной площадке и т.п., однако недостатками этих методов является то, что могут не выделяться целевые волны и появиться фиктивные преломляющие границы. Погрешности построений тем больше, чем больше углы наклона преломляющих границ и чем больше контраст скоростей[3]. На рис.1 представлен пример такого временного разреза.

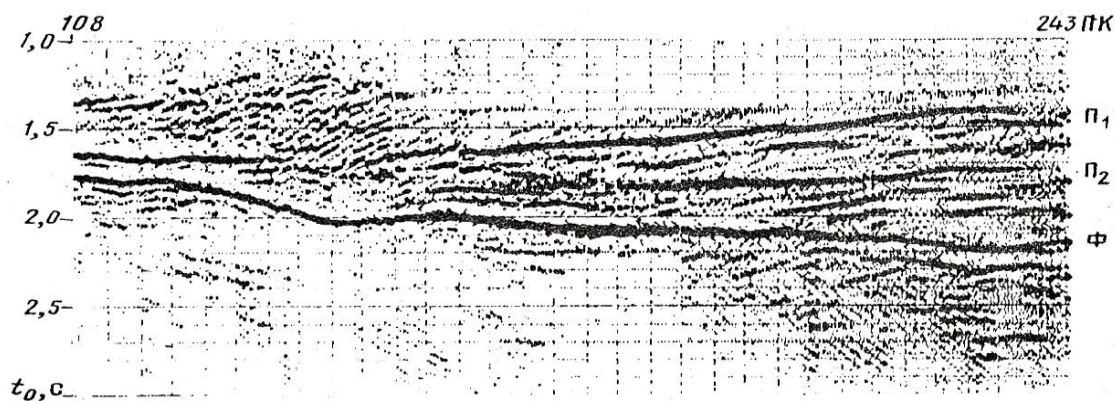


Рис. 1. Сводный временной разрез по профилю КМПВ (по Монастырёву В.К., Ознобихину Ю.В., Голошубину Г.М., 1980г.), полученного по способу МПВ ОГП [3]

В методе отражённых волн (МОВ), который стал применяться в инженерной сейсморазведке относительно недавно, используют те же методики и алгоритмы, что и в сейсморазведке при поисках нефти и газа. Недостатком способа является относительно малая кратность полевых работ, отсутствие учёта статических поправок и очень приблизительные сведения о скоростях волн в среде. На рис.2 представлены результаты сейсморазведочных работ в виде временного разреза МОГТ и скоростной характеристики разреза[2].

Можно сделать вывод, что в настоящее время многие вопросы построения цифровых изображений среды в инженерной сейсморазведке для условий изучения верхней части разреза недостаточно проработаны.

Решалась задача разработки методики определения относительной информативности различных сейсмических параметров, способов извлечения их из сейсмической записи и способов получения на их основе цифровых сейсмических изображений.

В рамках исследования по технологии построения новых видов цифровых изображений геологической среды был выполнено моделирование сейсмических волновых полей (сейсмограмм) для основных сейсмических моделей сред, наиболее полно описывающих геологическое строение верхней части разреза. Решены задачи классификации моделей, создания алгоритмов и программ, реализующих расчет годографов основных типов волн и расчет теоретических сейсмограмм. На рис.3 показана двумерная модель среды с вертикальной границей (с параметрами $V1=100$; $V2=300$; $V3=300$; $h=10$; $x_g=20$) и рассчитанные для неё годографы.

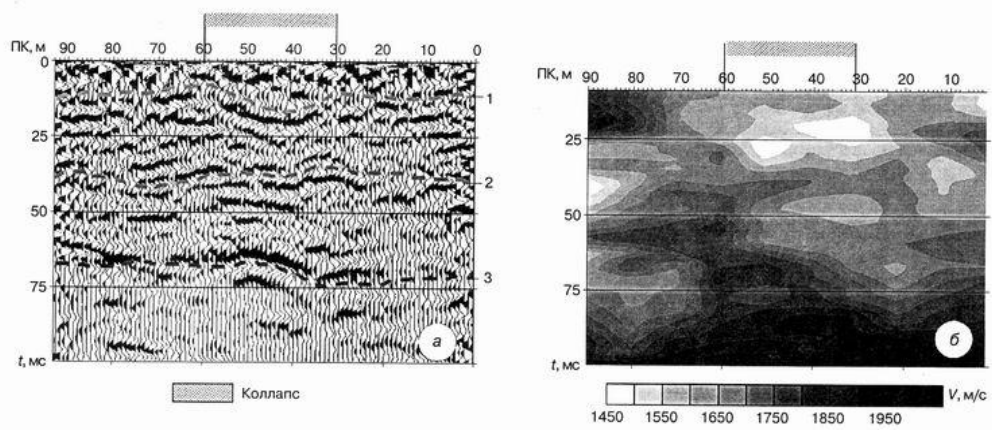


Рис. 2. а) временной разрез МОГТ, б) – скоростная характеристика разреза [2]

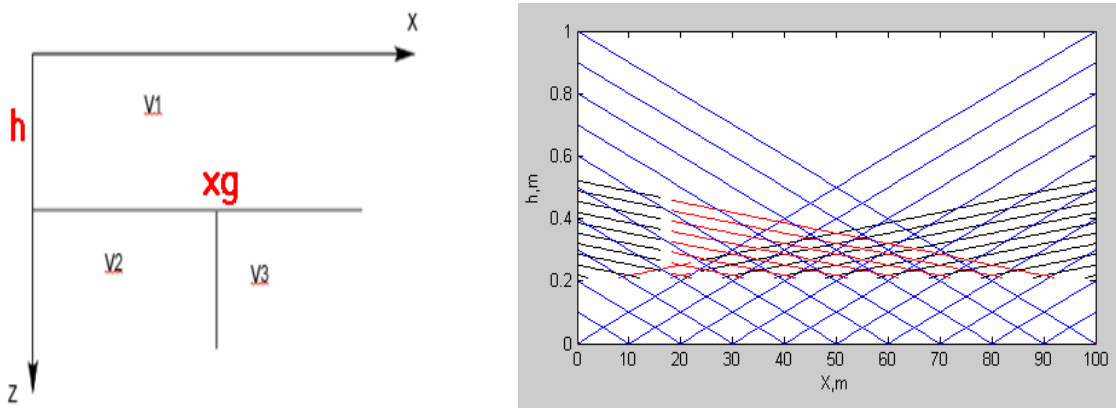


Рис. 3. Двумерная модель с вертикальной границей- слева;годографы рефрагированных и головных волн-справа (синий -годографы прямой волны, красный-головные волны от границы среды со скоростью $V2$, чёрный – головные волны от границы среды со скоростью $V3$)

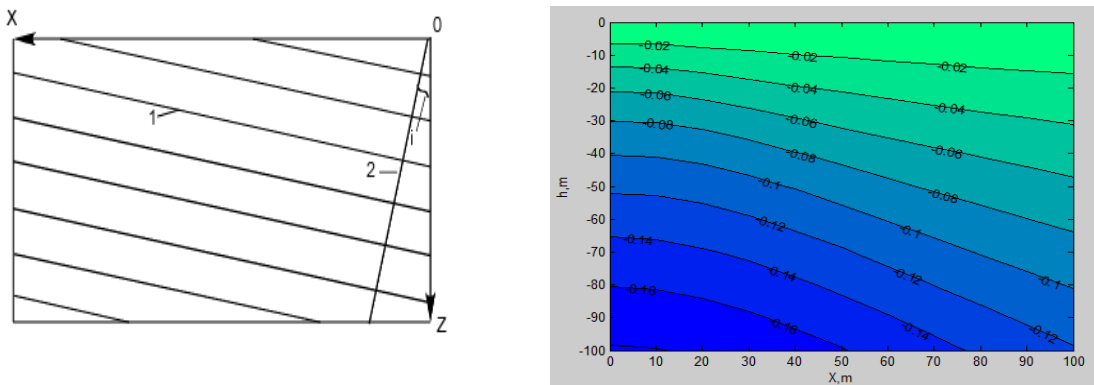


Рис. 4 Двумерно-неоднородная модель среды - слева (1-изолинии скорости; 2-нормаль к изолиниям скорости);атрибут- «время» для встречных годографов - справа

Были разработаны правила определения и отнесения в пространстве сейсмических атрибутов МПВ для различных типов волн в различных моделях геологических сред. На рис.4 показана модель среды, в которой скорость распространения упругих волн одномерно линейно зависит от координат x и z [1] и один из атрибутов «время» отнесённого по глубине, равной удалению источник-приёмник.

Рассмотрены некоторые динамические атрибуты сейсмических записей для одномерных и двумерных моделей сред, разработаны способы их отнесения в разрезе при построении цифровых изображений геологической среды.

Работы выполнялись в рамках исследований, проводимых автором по программе «У.М.Н.И.К.» (проект №13132).

Литература

1. Бондарев В.И., 2007, Сейсморазведка: Учебник для вузов. – Екатеринбург: УГГУ.
2. Санфиоров И.А., Ярославцев А.Г. Опыт применения сейсморазведки ОГТ для решения инженерно-геологических задач // Журнал Геофизика. – М., 2004 - №3. – С. 27-30.
3. Старобинец А.Е., Старобинец М.Е. Цифровая обработка и интерпретация данных метода преломленных волн. – М.: Недра, 1983.

КОСМОГЕОЛОГИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ РАЗРЫВНЫХ ДИСЛОКАЦИЙ БЕЛОРУССКОЙ АНТЕКЛИЗЫ

А.А. Крючок

Научный руководитель профессор В.Н. Губин

Белорусский государственный университет, г.Минск, Беларусь

Белорусская антеклизала расположена на западе Восточно-Европейской платформы и включает в себя Центрально-Белорусский массив и примыкающие к нему Бобовнянский, Вилейский и Бобруйский погребенные выступы. Она ограничена на юге и северо-западе разломами платформенного этапа заложения и развития (Северо-Припятский, Свислочский, Сувалковский). Ее восточные склоны постепенно переходят в Оршанскую впадину, а в северо-восточной части антеклизала граничит с Латвийской седловиной. Осадочный чехол антеклизала представлен отложениями рифея, венда и всех систем фанерозоя.

Важную роль в изучении разрывных дислокаций Белорусской антеклизала играют космогеологические методы. Благодаря комплексному изучению спутниковых изображений земной поверхности, выполненных в различных спектральных диапазонах, и геолого-геофизических данных достигается возможность выяснения закономерностей пространственного распределения разрывных дислокаций платформенного чехла и кристаллического фундамента, что способствует совершенствованию традиционных методических приемов изучения дизъюнктивной тектоники [1-3]. Космогеологический анализ разломов объединяет следующие стадии работ: 1 - выделение систем линеаментов – индикаторов разрывных дислокаций путем визуального дешифрирования космических снимков (КС), 2 - линеаментный анализ КС с использованием ГИС-программ и графических редакторов, 3 – установление геологической природы линеаментов, их связей с дизъюнктивными структурами на основе геолого-геофизической интерпретации результатов дешифрирования КС.

В результате космогеологического анализа выявлены новые закономерности разломной тектоники Белорусской антеклизала. На КС отчетливо выделяются группы разломов, образованные в условиях растяжения участков земной коры. Особое внимание при дешифрировании разрывных дислокаций необходимо уделять узлам пересечения линеаментов, или узловым структурам. Такие участки земной коры отличаются аномально высокой трещиноватостью и проницаемостью и к ним приурочены наиболее интенсивные проявления магматических и гидротермальных процессов. Узловые структуры диагностируются по комплексу геолого-геофизических и геохимических признаков. Согласно существующей классификации разломов земной коры [4], дизъюнктивные структуры подразделяются на следующие группы: 1) суперрегиональные разломы – характеризуются значительной протяженностью, пересекают Белорусскую антеклизала или ограничивают ее от сопредельных тектонических структур; 2) региональные – отделяющие различные участки антеклизала более низкого порядка; 3) локальные разломы - небольшие по протяженности, осложняющие отдельные структуры антеклизала.

По комплексу космогеологических индикаторов и геофизических данных выделяется Северо-Припятский суперрегиональный разлом, ограничивающий Белорусскую антеклизала от Припятского грабена [2]. Рассматриваемый дизъюнктив по кинематической природе сбросово-сдвигового типа и характеризуется вертикальной амплитудой до 2-3 км. Зона суперрегионального разлома выражается на КС в виде систем субширотных линеаментов. В пределах южной границы Бобруйского погребенного выступа дешифрируемая зона линеаментов отчетливо выражается в физических полях серий отрицательных магнитных аномалий.

Путем космогеологического анализа наиболее полно изучены региональные разломы Белорусской антеклизала: Свислочский, Ляховичский, Северо-Бобруйский, Восточно-Бобруйский, Ошмянский, Западно-Лидский и другие дизъюнктивы. Свислочский разлом отделяет Центрально-Белорусский массив от Подляско-Брестской впадины и северо-западной части Ивацевичского погребенного выступа. Он трассируется в субширотном направлении и имеет протяженность на территории Беларуси около 100 км. Разлом сбросового типа, круто падает на юг в сторону Подляско-Брестской впадины. Вертикальная амплитуда смещения по

разлому поверхности кристаллического фундамента составляет первые сотни метров. Зона разлома четко фиксируется в гравитационном и магнитном полях.

Западно-Лидский региональный разлом отделяет северо-западный фрагмент Лидской тектонической ступени и Воложинский грабен от Балтийской синеклизы. Простираение разлома северо-восточное, вертикальная амплитуда смещения равна 50 м. Дизъюнктив слабо прослеживается на КС вследствие низкой активности на новейшем этапе геологической истории. Вместе с тем рассматриваемый разлом находит отчетливое выражение в гравитационном и магнитном полях, что свидетельствует о необходимости комплексирования космогеологических и геолого-геофизических данных при изучении разломной тектоники.

Широко развитые на территории Белорусской антеклизы крупные формы ледниково-аккумулятивного рельефа в региональном плане нередко согласуются с положением структурных элементов поверхности кристаллического фундамента. К участкам антеклизы, где фундамент наиболее приподнят, приурочен главный водораздел Беларуси, от которого реки текут в Балтийское море с одной стороны, а в Черное – с другой. К району Копыльской конечноморенной гряды приурочен наиболее возвышенный участок кристаллического фундамента (103 м над уровнем моря). Разрывные дислокации кристаллического фундамента и платформенного чехла, испытавшие заметную активизацию в позднеолигоцен-четвертичное время (последние 30 млн лет) геологической истории, контролировали формирование рельефа земной поверхности. Следует отметить, что многие крупные современные речные долины региона приурочены к зонам разломов. Так, долина р. Неман в верхнем течении приурочена к зоне Налибокского регионального разлома.

Сочленение основных структур Белорусской антеклизы, выраженных по поверхности кристаллического фундамента и нижней части осадочного чехла, имеет дизъюнктивный характер. Отражения этих структурных форм в современном рельефе являются следствием проявления новейших тектонических движений по разломам. Амплитуды неотектонических деформаций в разломных зонах достигали нескольких десятков метров. Скорости современных вертикальных движений составляют на территории антеклизы порядка 0,5-1 мм в год. Однако в зонах разрывных дислокаций значения этих движений могут быть на порядок выше. Подобные величины современных деформаций земной коры в зонах активных разломов фиксируются в других регионах Беларуси. Разрывные дислокации, отличавшиеся заметной активностью на новейшем тектоническом этапе, оказывали влияние на динамику плейстоценовых оледенений и, как следствие, на образование форм рельефа земной поверхности.

Таким образом, в результате комплексной интерпретации космогеологических и геолого-геофизических материалов выявлены закономерности пространственной дифференциации разломов Белорусской антеклизы. Выраженность разрывных дислокаций на КС в виде систем линеаментов свидетельствует о новейшей активизации дизъюнктивных структур, контролировавших формирование современного рельефа. Перспективы дальнейших космогеологических исследований разломной тектоники тесно связаны с организацией и проведением на территории Белорусской антеклизы новых геологосъемочных и геологоразведочных работ с использованием данных дистанционного зондирования Земли из космоса.

Литература

1. Аэрокосмические методы геологических исследований / Под ред. Перцова А. В. – СПб. Изд-во ВСЕГЕИ, 2000.
2. Губин В.Н., Ковалев А.А. Космическая геология Беларуси. – Мн.: Ладурак, 2008. 120с.
3. Методы дистанционного зондирования Земли при решении природоресурсных задач. / Под ред. А. Ф. Морозова, А. В. Перцова. – СПб.: Изд-во ВСЕГЕИ, 2004.
4. Разломы земной коры Беларуси / Под ред. Р.Е. Айзберга. –Мн.: Красико-Принт, 2007. 372с.

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА ПРОЦЕДУР МИГРАЦИИ ПРИ ОБРАБОТКЕ СЕЙСМИЧЕСКИХ ДАННЫХ (ДЛЯ УСЛОВИЙ ТОМСКОЙ ОБЛАСТИ)

Е.С. Кудрин

Научный руководитель доцент Е.В. Гусев

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет,
г. Томск, Россия*

При обработке сейсмических данных широко применяются процедуры миграции. Существует много разновидностей миграции, которые могут применяться к данным как до суммирования, так и после него. В разных геологических условиях могут быть эффективными различные алгоритмы миграции.

На основе полевых сейсмических материалов одного из месторождений Томской области был проведен сравнительный анализ алгоритмов миграции и сделаны выводы об их применимости в физико-геологических условиях Запада Сибири.

“Миграция - это инверсная операция, переупорядочивающая элементы сейсмической информации таким образом, что отражатели и дифракторы отображаются в своих истинных положениях”. [1]

Метод миграционного преобразования основан на предпосылке, согласно которой все элементы наблюдаемого поля являются либо однократно-отраженными, либо дифрагированными волнами. В связи с этим возникают многие вопросы о выявлении структур и их реальном положении в геологической среде.

С точки зрения применяемых алгоритмов технология миграции происходит различными путями. Таким образом, выделяются временные и глубинные виды миграции. В ходе практических исследований были применены алгоритмы временных миграций различными способами.[3]

Кроме того, миграции разделяются на основе алгоритма осуществления миграционных поправок. Один из способов их разделения базируется на основе пространства, в котором осуществляется миграция: время – расстояние (Т-Х), время – волновое число (Т-К), частота – расстояние (F-X), частота – волновое число (F-K).[2]

В ходе исследований были использованы следующие типы миграции: миграция Кирхгофа, F-K миграция Столта и конечно-разностная.

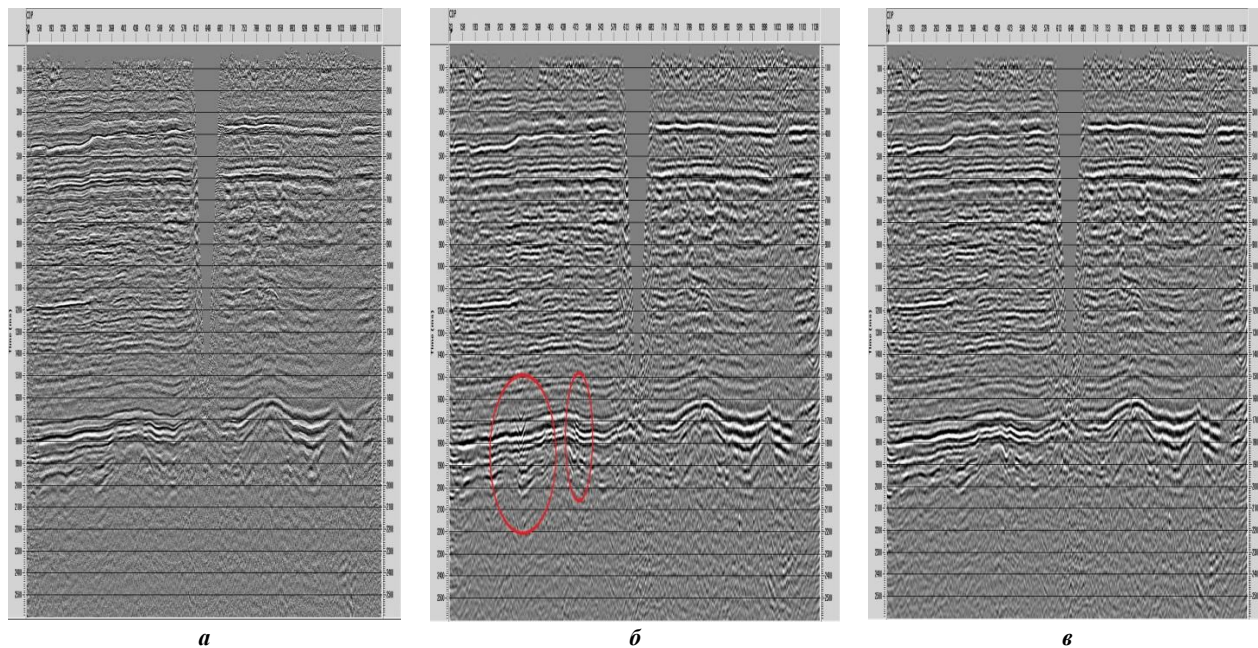
Все эти миграции выполняются во временной области после суммирования. Временная миграция Кирхгофа также применялась к не суммированным данным. Расчет и построение разрезов осуществлялось в программной среде ProMAX 2D.

В ходе исследований, одним из первых способов миграционных преобразований, был использован метод, выполняемый в спектральной области, в области "частота - волновое число" (F- K). Основан этот способ на идеях, описанных Столтом. [4]

В условиях Западной Сибири и конкретного 21 профиля миграция Столта прошла довольно успешно. Несмотря на искажения во временном поле, удалось получить довольно хорошие результаты на выходе. Границы отражающих горизонтов стали чёткими и их легче проследить. Были выделены и уточнены границы горизонтов, находящихся выше фундамента. Миграция Столта довольно точна при постоянных скоростях и в условиях полого залегающих границ. В участках разреза, где угол падения границы резко возрастал, образовывались «миграционные улыбки», которые приходилось исправлять вручную путём редактирования скоростного поля. Результаты миграции Столта можно увидеть на рисунке 1б, а результаты редактирования временного поля на рисунке 1в.

Ещё одним типом миграции был использован алгоритм временной миграции Кирхгофа, применённый как к суммированным, так и к трассам до суммирования. Этот тип миграции относят к дифракционным способам миграционных преобразований. [2]

Этот алгоритм хорошо обрабатывает разрезы при крутых углах наклона. Вследствие этого не образовалось искажений в волновом поле при построении окончательного мигрированного разреза, как при миграции Столта. Миграция Кирхгофа использует разрезы общих удалений и поле скоростей ОГТ $V_{огт}(x,t)$, которое может изменяться как по вертикали, так и по горизонтали.



**Рис. а – исходный суммарный разрез профиля 21;
б – миграция Столта 21 профиля;
в - редактированный мигрированный разрез 21 профиля во временной области**

Последним типом миграции была использована быстрая конечно-разностная временная миграция. Алгоритм этой миграции использует пространственный вариант явной F-X экстраполяции. Эта миграция создана для повышения производительности с помощью закругления временного шага, в результате она точна на углах наклона до 30 градусов. При этом могут использоваться поля интервальных скоростей $V_{инт}(x,t)$, изменяющиеся как по времени, так и по латерали.

В заключение можно отметить следующее:

Мигрированные временные разрезы месторождений Томской области плохо выражены, это следует из того факта, что углы наклона отражающих границ невелики на большей части её территории.

Миграция – это всегда уточнение истинного положения границ с учётом сейсмического сноса. А чем выше угол падения отражающей границы, тем больше сейсмический снос. Мигрированные временные разрезы лучше выражены на границах фундамента и осадочного чехла. Также интерес для миграции представляют разрезы некоторых месторождений, залегающие во внутреннем строении палеозойского фундамента и в его кровле

Литература

1. Шерифф Р., Гелдарт Л. Сейсморазведка. – М., 1987
2. Бондарев В. И. Сейсморазведка. – Екатеринбург. 2007
3. Козлов Е.А. Миграционные преобразования в сейсморазведке. – М.: Недра, 1986.
4. Stolt, R. H., Migration by Fourier transform. Geophysics, 1978

СКОРОСТНОЙ АНАЛИЗ В МЕТОДЕ ОБЩИХ ГЛУБИННЫХ ДИФРАКТОРОВ

И.А. Курашов

Научный руководитель профессор В.И. Бондарев

Уральский государственный горный университет, г. Екатеринбург, Россия

Представленная работа выполнена в рамках диссертационного исследования, направленного на изучение возможностей локализации дифрагирующих и рассеивающих объектов на сейсмических записях при обработке данных стандартных сейсморазведочных работ методом многократных перекрытий. Также затрагиваются вопросы, связанные с общим направлением исследований кафедры геофизики нефти и газа Уральского государственного горного университета по совершенствованию методов миграционных преобразований сейсмических данных. Основной задачей являлся поиск эффективных способов анализа распределения скоростей упругих волн в геологической среде с целью применения их при обработке данных методом общих глубинных дифракторов (МОГД) [2]. Полученные в результате исследований приемы могут быть применены в ходе обработки данных сейсморазведки при изучении объектов сложного геологического строения.

Суть предлагаемого метода обработки данных на основе общих глубинных дифракторов заключается в максимально полном учете всех возможных положений дифрагирующих и рассеивающих объектов при обработке данных. Для реализации такого подхода каждая трасса сейсмограммы общего пункта возбуждения трансформируется на некоторую ограниченную область площади наблюдения, затем внутри каждого бина площади происходит суммирование накопленных трасс в итоговую трассу, из которых формируется сейсмическое изображение. Учитывая тот факт, что данная схема обработки данных является некоторой модификацией стандартной технологии обработки данных метода общей средней точки, становится очевидной необходимость создания стандартного ряда процедур в формате, допустимом для использования в предлагаемом методе. В данной работе описана реализация скоростного анализа данных, ввода и коррекции кинематических поправок применительно к технологии МОГД.

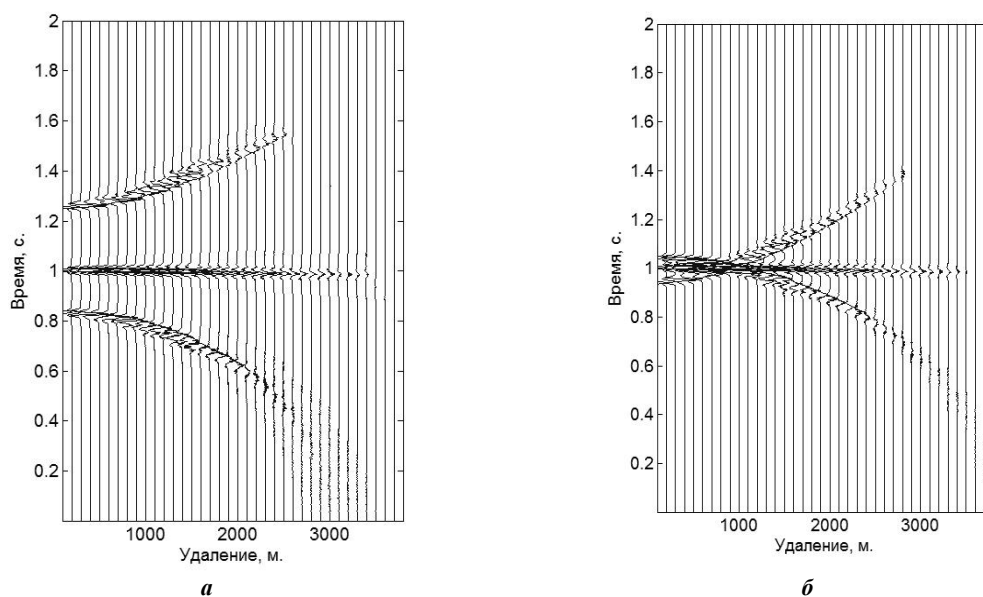


Рис. 1. Результат трансформации с постоянной скоростью (большой — 2400 м/с, соответствующей — 2000 м/с и меньшей — 1600 м/с скорости моделирования волнового поля) -а, и пример преобразования с постоянной скоростью для модели с вертикальной группой дифракторов при различной скорости моделирования - б

В основе скоростного анализа данных лежит стандартная схема перебора постоянных скоростей с целью определения скоростных законов, характеризующих эффективную скорость в изучаемой точке пространства [1]. На начальном этапе формируется набор сейсмических трасс для бина, на котором выполняется анализ с помощью пересчета в точку трасс, полученных при различных положениях источника и приемника по предлагаемой технологии трансформации данных. При этом на каждом изучаемом бине может быть получено значительное число сейсмических трасс, до нескольких сотен в варианте работ 2D и нескольких тысяч в 3D.

В дальнейшем полученный набор трасс суммируется на точке для каждой рассчитанной постоянной скорости и преобразуется в вертикальный спектр скоростей, анализ которого позволяет установить истинное распределение скоростной характеристики среды. Выполнение такого анализа в ряде точек позволяет построить скоростную модель среды для всей площади работ. Расчет синтетических волновых полей и их преобразование осуществлялось в программном пакете MATLAB с использованием ряда специальных алгоритмов, разработанных для работы с сейсморазведочными данными [3].

На рис.1а показан пример преобразования синтетического волнового поля дифрактора в изотропной среде и изображен результат, полученный при различных постоянных скоростях - правильной, меньшей и большей. Из рисунка видно, что при правильно подобранной постоянной скорости волновое поле дифрактора при данном методе обработки данных преобразуется в линию синфазного суммирования и в итоге позволяет с высокой степенью точности локализовать дифрактор на сейсмическом изображении среды. Рис.1б иллюстрирует пример преобразования данных для вертикальной группы дифракторов, расположенных на глубинах 750, 1000 и 1500 метров при скорости моделирования 1500, 2000 и 2500 м/с соответственно, показанное изображение получено при постоянной скорости 2000 м/с. Из рисунка можно сделать вывод о том, что предложенная технология при построении вертикального спектра скоростей сможет эффективно разделить объекты по скорости за счет конструктивной интерференции при правильном ее подборе и деструктивной при неверном.

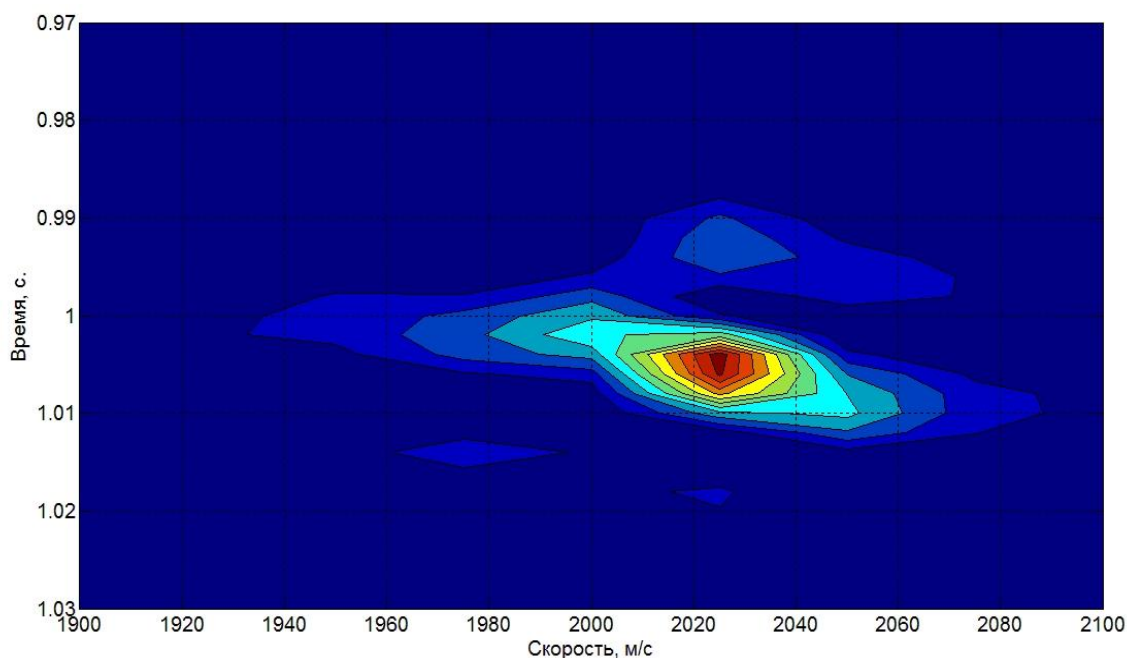


Рис. 2. Скоростной спектр, рассчитанный для бина, находящегося строго над дифрагирующим объектом (скорость моделирования 2025 м/с)

На рис.2 изображен пример вертикального спектра, полученный при анализе волнового поля дифрактора. Как можно видеть в ходе скоростного анализа, возможно точно восстановить скорость моделирования дифрагирующего объекта и построить скоростную модель для максимально корректного преобразования исходных данных по предложенному алгоритму МОГД. При этом точность построения скоростного закона по вертикальному спектру по оси времен будет эквивалентна шагу квантования при трансформации данных, а оконтуривание аномалий энергии по скоростям будет напрямую зависеть от шага, с которым перебирались постоянные скорости.

Анализ рисунков позволяет сделать ряд выводов о возможности определения скорости в методе ОГД. В первую очередь можно отметить, что точность определения скорости при работе с синтетическими данными достаточно высока, а значит этого можно ожидать и при работе с данными экспериментальных наблюдений. Среди преимуществ такого типа изображений, помимо анализа местоположения дифрагирующих и

рассеивающих объектов, а также разделения волнового поля на компоненты, можно выделить существенное снижение влияния системы наблюдений на получаемые данные, то есть устранение так называемых «футпринтов». Важно отметить, что такая схема обработки будет оптимальной для нерегулярных систем наблюдения при переходе технологии полевых работ на бескабельную телеметрическую аппаратуру.

Литература

1. Козлов Е.А. Модели среды в разведочной сейсмологии [Текст] / Е.А. Козлов – Тверь: Изд-во ГЕРС, 2006. – 480 с.
2. Курашов И.А. Возможности повышения кратности сейсмических изображений при обработке данных [Текст] / И.А. Курашов // Научные исследования и инновации. – М., 2011. – Т. 5 – № 4. – С. 6-8.
3. Margrave G.F. Numerical Methods of Exploration Seismology with algorithms in MATLAB [Текст] / G.F. Margrave - The University of Calgary, 2003. 213 p.

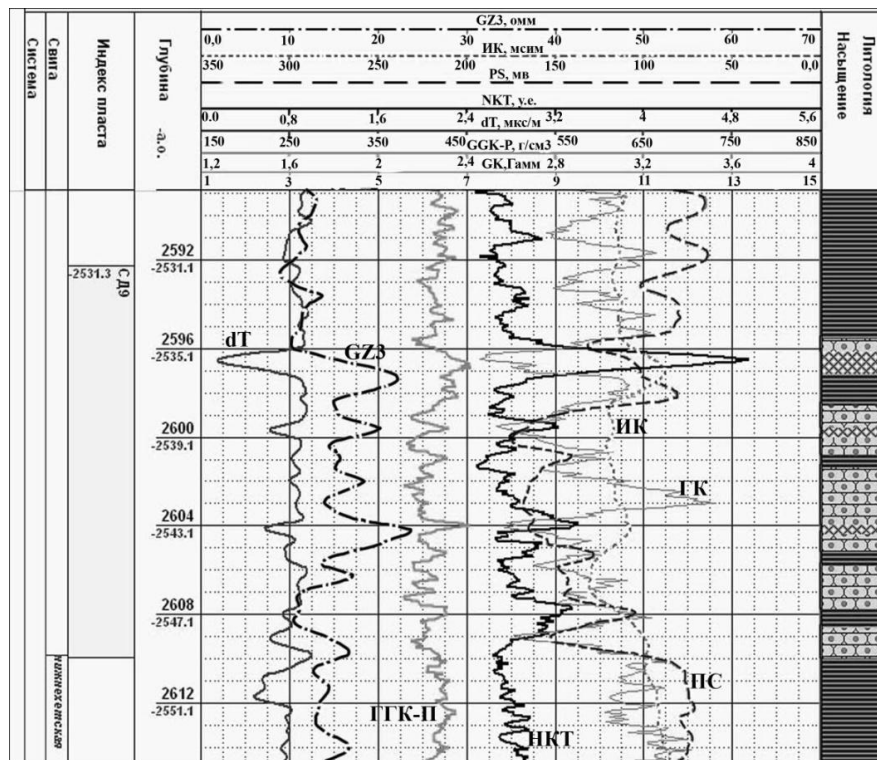
ОБОБЩЕННАЯ ГЕОФИЗИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА И СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ПЛАСТОВ НЕФТЕГАЗОКОНДЕНСАТНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

К.С. Мельник

Научный руководитель доцент Г.Г. Номоконова

Национальный исследовательский Томский политехнический университет,
г. Томск, Россия

Ванкорское нефтегазоконденсатное месторождение является крупнейшим из месторождений, открытых и введенных в эксплуатацию в России за последние двадцать пять лет. Месторождение расположено на северо-восточной окраине Западно-Сибирской плиты. Нефтегазоносность месторождения связана с меловыми терригенными отложениями нижнехетской, суходудинской, яковлевской и долганской свит. Общая мощность разреза с продуктивными пластами составляет более 1,5 км. Месторождение является многопластовым и насчитывает 7 продуктивных залежей разного фазового состава: газовые залежи - Дл-1-3, Як-1 и Як-2, нефтяные залежи - Сд-9 и Нх-1, газонефтяная и нефтегазоконденсатная залежи - Як-3-7 и Нх-3-4.



Условные обозначения

- Аргиллит
 - Песчаник водонасыщенный
 - Плотная порода

Рис. Геофизическая характеристика разреза суходудинской свиты, вмещающего пласт Сд-9

Ванкорское месторождение характеризуется слабой петрофизической и геофизической изученностью в том смысле, что для интерпретации результатов геофизических исследований скважин (ГИС) при подсчете запасов пришлось использовать петрофизические уравнения других месторождений Западной Сибири, действуя по аналогии. Само по себе использование принципа аналогии правомерно, если аналогия месторождений доказана не вообще, а именно в отношении использования петрофизических уравнений. Пространственное положение Ванкорского месторождения на краю нефтегазоносного бассейна, его многопластовость и закономерно изменяющийся в вертикальном разрезе фазовый состав залежей делает это месторождение в своем роде уникальным. Его аналогия с другими месторождениями должна устанавливаться на геофизической основе, и, возможно, по пластам в отдельности. Создание обобщенной геофизической характеристики пластов Ванкорского месторождения и выявление их различий и сходства является актуальной задачей.

На месторождении был выполнен комплекс ГИС, включающий каротаж сопротивлений (GZ3), индукционный (ИК), акустический (dT), гамма-(ГК), гамма-гамма плотностной (GGK-P) и нейтронный по тепловым нейтронам (НКТ) каротаж, а также метод потенциалов собственной поляризации (PS). На качественном уровне поведение кривых рассмотрим на примере пласта Сд-9 (Рис.).

Пласт представлен аргиллитами, песчаниками и плотными породами. Показания метода PS против песчаников уменьшаются по отношению к глинистым породам. Также песчаники исследуемого пласта характеризуются пониженными значениями естественной радиоактивности (ГК).

В середине пласта Сд-9 наблюдается характерный пласт песчаника, в пределах которого от кровли к подошве показания ГК увеличиваются от 8,7 до 12,5 мкР/час. Поскольку это согласуется с понижением показаний нейтронного метода, то причиной изменения физической характеристики пород является изменение их глинистости.

Рассматриваемый пласт характеризуется обилием карбонатизированных песчаников. Пропластки плотных пород отмечаются аномально высокими показаниями нейтронного метода, аномально низкими значениями акустического каротажа и пониженной радиоактивностью. Пропластки плотных пород повышают общий фон сопротивления толщи, в связи с чем водонасыщенные интервалы отмечаются завышенным удельным электрическим сопротивлением, достигающим до 18 Ом.

В целом наблюдается уменьшение глинистости от подошвы к кровле продуктивного пласта, что может свидетельствовать о регрессивной обстановке осадконакопления. Уменьшение глинистости согласуется с увеличением проницаемости в направлении от подошвы к кровле пласта. Коэффициент нефтегазонасыщения в пласте варьирует от 5% до 9%, что говорит о насыщении данного интервала преимущественно водой.

В пласте Нх-1 (2648,3-2669м) выявленные закономерности подтверждаются. Песчаники характеризуются пониженными значениями методов PS и ГК. Наблюдается уменьшение глинистости от подошвы к кровле пласта, что свидетельствует о регрессивной обстановке осадконакопления. Исследуемый пласт характеризуется высокой степенью карбонатизации. Плотные карбонатные пропластки выделяются по аномально высоким показаниям метода НКТ, аномально низким показаниям акустического и гамма- метода.

Таблица 1

Средние значения показаний методов ГИС

Пласт	PS, мВ	GZ3, Ом	GK, мкР/час	НКТ	Пласт	PS, мВ	GZ3, Ом	GK, мкР/час	НКТ
Як4-7	36,4	6,4	5,6	1,37	Нх-1	55,4	17,2	10,4	1,98
Сд-9	12,0	6,9	9,6	1,96	Нх-3-4	51,8	45,8	7,8	1,98

Несмотря на общую схожесть пластов, у них есть и отличия. Пласт Нх-3-4 - самый высокоомный из всех (табл.1), а пласт Нх-1 - наиболее радиоактивный по отношению к другим пластам. Пласт Сд-9 слагают наиболее чистые (неглинистые) песчаники из представленных в разрезе, так как они характеризуются минимальными показаниями метода PS. Максимальное водородосодержание характерно для пласта Як 4-7.

Для определения причин различия между пластами были исследованы корреляционные зависимости между показаниями геофизических методов (табл.2).

Таблица 2

Результаты корреляционного анализа

Пласт	ГК(GZ3)	НГК(GZ3)	dTp(GZ3)	НГК(ГК)	dTp(ГК)	dTp(НГК)
Як 4-7	$y = 0.066x + 5.150$ $R^2 = 0.050$	$y = -0.005x + 1.405$ $R^2 = 0.012$	нет данных	$y = -0.014x + 1.453$ $R^2 = 0.008$	нет данных	нет данных
Сд-9	$y = 0.179x + 8.337$ $R^2 = 0.023$	$y = -0.042x + 2.250$ $R^2 = 0.023$	$y = 1.606x + 258.8$ $R^2 = 0.008$	$y = -0.068x + 2.609$ $R^2 = 0.080$	$y = 5.491x + 217.3$ $R^2 = 0.131$	$y = -57.55x + 382.4$ $R^2 = 0.838$
НХ-1	$y = -0.101x + 12.12$ $R^2 = 0.243$	$y = 0.018x + 1.660$ $R^2 = 0.107$	$y = -2.097x + 290.4$ $R^2 = 0.304$	$y = -0.193x + 3.989$ $R^2 = 0.493$	$y = 12.25x + 127.0$ $R^2 = 0.440$	$y = -59.63x + 372.4$ $R^2 = 0.789$
НХ-3-4	$y = -0.012x + 8.389$ $R^2 = 0.129$	$y = 0.002x + 1.884$ $R^2 = 0.057$	$y = -0.079x + 257.2$ $R^2 = 0.012$	$y = -0.123x + 2.946$ $R^2 = 0.245$	$y = 7.346x + 196.1$ $R^2 = 0.122$	$y = -53.36x + 359.1$ $R^2 = 0.403$

Судя по данным, приведённым в таблице, наиболее тесная связь наблюдается между показаниями акустического метода и удельным электрическим сопротивлением пласта, а также показаниями гамма- и нейтронного методов. Кроме того, пласт Нх-1 характеризуется наибольшими коэффициентами корреляции между показаниями всех рассматриваемых методов. Тем не менее, наиболее продуктивными на месторождении являются пласты Нх3-4 и Як3-7. Выявлено существенное уменьшение коэффициента корреляции по всем зависимостям в пласте Нх3-4 по отношению к пласту Нх-1. С учетом проведенных специальных исследований, наиболее вероятной причиной ухудшения связи в продуктивных пластах месторождения является их газонасыщение.

Таким образом, пласты Ванкорского месторождения характеризуются следующими общими свойствами: регрессивная обстановка осадконакопления и широкое развитие карбонизации пластов. Все это отражается в их геофизической характеристике. Отличаются пласты по уровню показаний геофизических методов, а главное, по корреляционным зависимостям между ними. Наиболее тесная корреляционная связь наблюдается в пласте Нх-1. А газонасыщение ухудшает и в целом нарушает корреляционные связи между геофизическими параметрами. Это может служить оценочным признаком продуктивности пластов.

Дальнейшие исследования следует проводить в направлении уточнения геофизических особенностей продуктивных пластов Ванкорского месторождения, сравнения их с геофизической характеристикой пластов других месторождений Западной Сибири, выявления геофизических аналогий между месторождениями и перенесения выявленных и обоснованных геолого-генетических и петрофизических закономерностей хорошо изученных месторождений Западной Сибири на Ванкорское месторождение.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СЕЙСМИЧЕСКИХ МЕТОДОВ ДЛЯ ДЕТАЛЬНОГО ОПИСАНИЯ СТРОЕНИЯ РЕЗЕРВУАРА НА ПРИМЕРЕ МЕСТОРОЖДЕНИЯ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

М.Ю. Митяев

Научный руководитель начальник отдела геологии и разработки Восточной группы месторождений Л.В. Жилина

ООО "Газпромнефть Научно-Технический Центр", г. Санкт-Петербург, Россия

Понимание и детальное описание строения коллектора является одной из главных задач, стоящих сегодня перед геологией и геофизикой. Для решения подобных задач может привлекаться огромное количество информации с разной степенью доверительной способности. Таким образом, весь набор имеющихся данных может быть разделен на данные с высокой доверительной способностью (каротаж, испытания скважин, данные анализа керна и т. д.) и на данные с низкой доверительной способностью (концептуальная модель месторождения, сейсмические данные, используемые в целях получения дополнительной информации в межскважинном пространстве). Несмотря на это, детальный сейсмический анализ может дать понимание как в вопросах распределения фаций, так и распределения петрофизических свойств в межскважинном пространстве.

В первую очередь, необходим всесторонний анализ имеющейся информации, начиная от исследования керна и заканчивая построением геологической модели. На данном этапе важно правильно оценить сравнимые параметры и выполнить анализ как с качественной, так и с количественной точки зрения.

В первую очередь была выполнена привязка сейсмических данных к данным с высокой доверительной способностью. Для этой процедуры были использованы результаты вертикального сейсмического профилирования и данные акустического каротажа в двух скважинах. Скоростная модель основана на предположении о том, что скорость остается постоянной (в определенных пределах) в латеральном направлении [1], что позволяет интерполировать рассчитанные значения скоростей в скважине в пределах исследуемого региона. Расчет скоростной модели выполнялся по данным одной скважины между опорными сейсмическими горизонтами. Поскольку целевыми горизонтами являются юрские отложения, расчеты были выполнены до маркирующих горизонтов тюменской свиты.

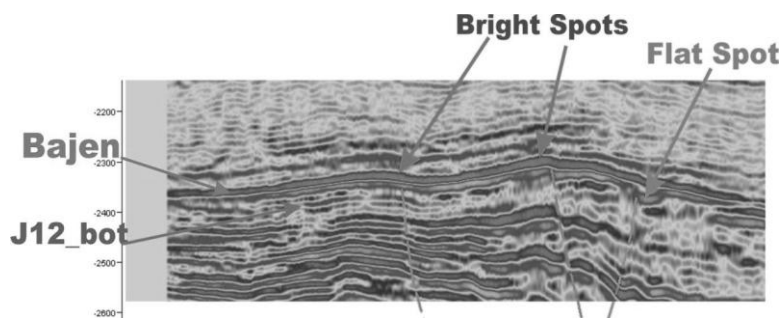


Рис. Основные признаки наличия аномальных зон

Данные акустического каротажа используются в целях контроля качества привязки маркирующих горизонтов и трассируемых отражений [2]. Контроль осуществляется посредством построения синтетической

сейсмограммы вдоль ствола скважины с последующей привязкой интересующих горизонтов к тем или иным отражениям сейсмического куба [5].

Следующим этапом стало трассирование по всему объему сейсмических данных выделенных горизонтов. На этом этапе важно концептуальное понимание процесса формирования, интерференции, усиления и ослабления отраженных волн. Таким образом, принципиально важное значение имеет умение интерпретатора различать такие основные сейсмические индикаторы, как эффект «яркого» и «плоского» пятна, эффект интерференции в местах выклинивания горизонтов (рис.).

Такие косвенные признаки наличия углеводородов могут быть ошибочно приняты за особенности структурного строения региона [3].

На сегодняшний день принято считать традиционным такой подход, как использование сейсмического атрибутивного анализа для изучения латеральной изменчивости тел или свойств коллектора. Такой подход очень распространен в области моделирования месторождений, однако зачастую выполняется без привлечения данных фациального анализа, что ставит под вопросы полученные результаты. Таким образом, перед выполнением анализа сейсмических атрибутов необходимо четкое понимание обстановки осадконакопления, направления сноса осадочного материала и вытянутости тел, которые позволят оценить привлечение данных анализа кернового материала.

Необходимо также учитывать интервалы расчета сейсмических атрибутов, которые должны выполняться о по одному или нескольким целевым горизонтам (в случае маломощных горизонтов или слабой разрешающей способности сейсмических данных). Результатом анализа сейсмических атрибутов являются карты свойств коллектора, такие, как карты песчаности, пористости, иногда карты участков аномально высоких давлений [3] и т.д. Количественная оценка таких карт выполняется путем корреляционного анализа полученных карт с данными по скважинам. Таким образом, надежность использования карт атрибутов может быть оценена по коэффициентам корреляции (табл.).

Таблица

Коэффициенты корреляции сейсмических атрибутов и петрофизических параметров

	Пористость	Коэффициент нефтегазонасыщенности	Песчаность
Огибающая/мгновенная частота	0.48	0.54	0.52
Мгновенная фаза	0.47	0.23	0.16
Мгновенная частота	0.49	0.16	0.21
Огибающая	0.60	0.52	0.5

Наряду с использованием карт трендов, полученных в результате сейсмического атрибутивного анализа, сегодня становится популярным применение методик, основанных на нейросетевом анализе [4] и множественной регрессии. Одной из таких методик является сейсмическая генетическая инверсия, то есть расчет петрофизических параметров напрямую по нескольким кубам сейсмических атрибутов с использованием множественной регрессии.

Преимуществом этой методики является возможность расчета свойств коллектора не только в латеральном направлении, но и по вертикали. Однако параметры по вертикали напрямую зависят от разрешающей способности сейсмической записи и от качества скоростной модели. Помимо этого, была выявлена зависимость коэффициентов корреляции от характера насыщения – было установлено, что скважины, находящиеся в газонасыщенной зоне, дают большую корреляционную связь (коэффициенты корреляции порядка 0.7-0.8) по сравнению со скважинами, расположенными в нефтяной или водонасыщенной зоне. Такой эффект объясняется повышением контрастности среды из-за наличия газа. По результатам расчета был выделен атрибут, позволяющий охватить газовую шапку и подтверждающий результаты опробования скважин. Однако, стоит заметить, что применение такого способа расчета представляется возможным только в вертикально однородных коллекторах.

Для сравнения возможности применения полученных сейсмических карт и кубов в дальнейшем моделировании месторождения, был выполнен анализ неопределенностей трех концептуально отличных моделей: первая основана на использовании карт сейсмических атрибутов в качестве трендов для распределения свойств; вторая - на полученных кубах свойств сейсмической инверсии и третья - на стохастическом распределении свойств. Критерием для сравнения неопределенности было выбрано значение разброса запасов в результате 100 реализаций по каждому способу моделирования и значение запасов нефти, как наиболее вероятное, которое сравнивалось со значением, стоящем на балансе.

Применение сейсмической инверсии в процессе моделирования дает разброс в 1,8 млн. тонн и переоценку запасов почти вдвое, вследствие неучета тонких пропластков с низкими коллекторскими свойствами из-за сравнительно низкой разрешающей способности сейсморазведки. В стохастических методах моделирования не была учтена латеральная изменчивость коллекторских свойств, вследствие чего получился разброс в 1 млн. тонн нефти и переоценка более чем в 100 тыс. тонн. Использование трендовых поверхностей на основе атрибутивного анализа позволило получить наименьший разброс запасов в 900 тысяч тонн и максимально приближенные значения к стоящим на балансе.

Таким образом, на сегодняшний день остается открытым вопрос о разрешающей способности сейсморазведки и возможности ее дальнейшего использования при моделировании путем сейсмической

инверсии. Однако, стоит отметить, что данные сейсморазведки в виде карт атрибутов позволяют получить качественное распределение параметров по кубу, что увеличивает качество геологических моделей.

Литература

1. Brown Alistair R. Interpretation of Three-Dimensional Seismic Data [Book]. – Tulsa : The American Association of Petroleum Geologists and the Society of Exploration Geophysicists, 1999. – Fifth Edition.
2. Dr Virendra Sigh Repsol YPF Neural networks and their applications in lithostratigraphic interpretation of seismic data for their characterization [Conference] // 19th World Petroleum Congress. – Spain : [s.n.], 2008.
3. J.J. Reeves GeoSpectrum, Inc. An Integrated 3D-Seismic Exploration Method for Fractured Reservoirs in Tight Gas Sands [Article] // SPE. – 2005.
4. Justice James H. Evaluation of Artificial Neural Network Modelin to develop a Transform Function for Integrating Multi-Scale Data (Surface Seismic, Crosswell Seismic and Well Logs) [Report]. – Carrollton : Advanced reservoir Technologies, Inc., 2004.
5. Society of Exploration Geophysicist Seismic and Acoustic Velocities in Reservoir Rocks [Book]. – United States of America : Society of Exploration Geophysicist, 1998.

ВЫДЕЛЕНИЕ ЭЛЕКТРОФАЦИЙ С ЦЕЛЬЮ ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПЕТРОФИЗИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ПО ДАННЫМ ГИС НА ПРИМЕРЕ ЧОКРАКСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ СЛАДКОВСКО-МОРОЗОВСКОЙ ГРУППЫ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

Л.С. Окс

Научный руководитель заведующий лабораторией нефтепромысловой геофизики В.Е. Ярметов

НК-«Роснефть-НТЦ», г. Краснодар, Россия

Чокракские отложения изучаемого района имеют мощности от 350 до 600 метров и представлены толщей глин с прослоями и пластами песчаников и алевролитов (частично – карбонатизированных). В геологическом плане большинство исследователей относят их к подводным конусам выноса [1].

На ранних стадиях разработки петрофизические построения проводились отдельно для каждого из месторождений Сладковско-Морозовской группы. Позднее были предприняты попытки создания общей методики определения их петрофизических параметров.

Были построены общие петрофизические зависимости [3], а также выделены три петрофизических типа пород [4]. Однако часть зависимостей, например пористость-проницаемость, характеризуются высокой степенью неоднозначности, а использование карбонатности в качестве критерия для разделения пород на типы при имеющемся комплексе геофизических исследований скважин (ГИС) затруднительно.

Таким образом, основной целью данной работы стало выделение таких типов пород, которые, во-первых, будут легко различимы в разрезе скважины, а во-вторых, позволят повысить достоверность определения петрофизических параметров пород по данным ГИС.

Традиционно для выделения типов пород по данным ГИС используют петрофизические данные и (или) гидравлические единицы потока. Однако по результатам предыдущих и текущих исследований эти подходы оказались неприменимы. В связи с этим для достижения поставленной цели был использован метод выделения электрофаций [2], использующийся с конца прошлого века для определения геологии песчаных тел. Традиционный для петрофизики подход к разделению пород на типы с использованием граничных значений был использован в качестве дополнительного.

С применением предложенного подхода по данным методов потенциалов собственной поляризации (ПС) и гамма-каротажа (ГК) были выделены электрофации

2. распределительных каналов
3. лопастей конусов выноса
4. разделяющих их глин

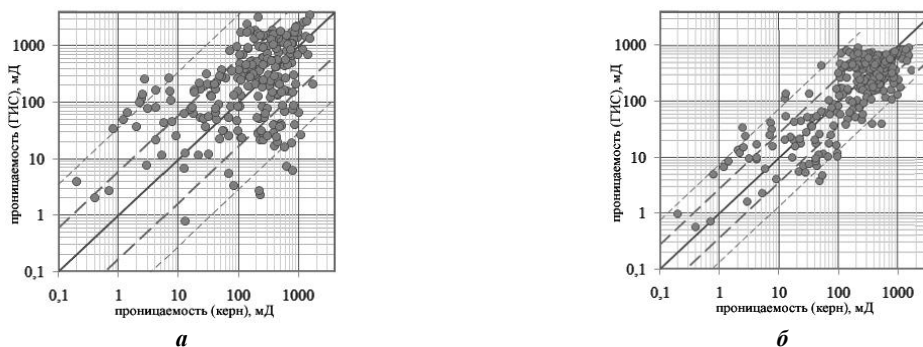


Рис. 1. Сопоставление проницаемости, определенной по керну, с проницаемостью, рассчитанной по ГИС с использованием предыдущих зависимостей (а) и зависимостей, полученных для выделенных типов пород (б)

Для улучшения дальнейших построений внутри фации лопастей были выделены песчано-алевритистые и глинистые разности (в качестве граничного было принято значение относительного параметра гамма-каротажа $\Gamma_{гк} = 0.3$, полученное из сопоставления данных ГИС с описаниями керн).

Выделенные типы пород были использованы для получения зависимостей типа керн-керн и керн-ГИС. Наибольшее влияние (в сторону увеличения достоверности определения петрофизических параметров) применение вышеописанной методики оказало на расчеты проницаемости (рис. 1).

Использование предложенной методики выделения типов пород позволило также увеличить достоверность выделения коллекторов в разрезе скважины. Для определения граничных значений пористости и проницаемости было выполнено сопоставление этих параметров с динамической пористостью (рис. 2).

Показано, что граничное значение проницаемости идентично для всех выделенных фаций, в то время как граничные значения пористости различны для распределительных каналов и лопастей конусов выноса (рис. 2). При определении граничных значений разделение фации лопастей на песчано-алевритовые и глинистые разности не проводилось ввиду недостаточного количества данных о динамической пористости.

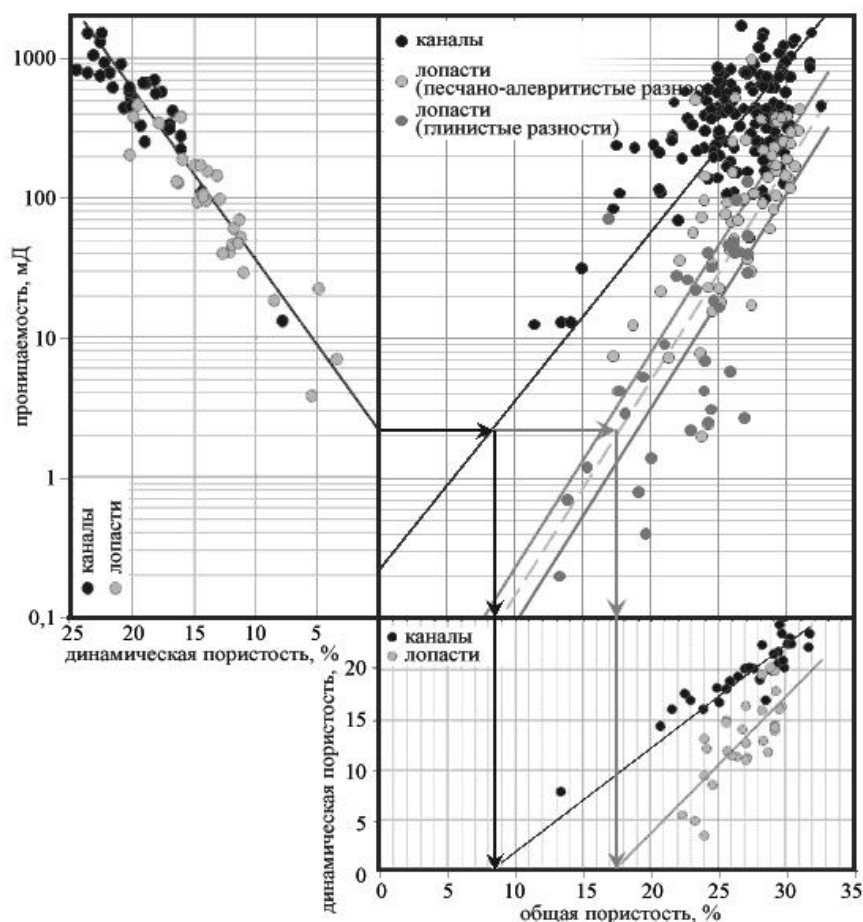


Рис. 2. Сопоставление пористости и проницаемости с динамической пористостью

Таким образом, использование электрофаций при интерпретации данных ГИС позволило повысить точность определения петрофизических параметров, и увеличить достоверность выделения коллекторов за счет уточнения граничных значений.

В дальнейшем, для повышения качества использования подобных методик, рекомендуется проведение дополнительных исследований на керне для определения динамической пористости и уточнения используемых граничных значений и зависимостей.

Литература

1. Губарев М.В. Сиквенс-сейсмостратиграфическая модель чокракских отложений Западно-Кубанского прогиба в связи с их нефтегазоносностью. – Краснодар, 2006. – 68 с.
2. Муромцев В.С. Электрометрическая геология песчаных тел – литологических ловушек нефти и газа. – М.: Недра, 1984. – С. 179-198.

- Храмова В.Г. Выявление закономерностей распространения петрофизических характеристик коллекторов чокракских отложений и фациальных условий их формирования (на площадях Сладковско-Морозовского и Таманского участков Западно-Кубанского прогиба) по результатам исследований керна. – Краснодар, 2002. – С. 56-82.
- Шнурман И.Г. Изучение терригенных коллекторов Предкавказья по результатам геофизических исследований скважин. – Краснодар: Просвещение, 2003. – С. 6-41.

ГЕОФИЗИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ БЛАГОРОДНОМЕТАЛЛЬНОГО ОРУДЕНЕНИЯ КРЕСТОВСКОЙ ИНТРУЗИИ МАЙМЕЧА-КОТУЙСКОЙ ПРОВИНЦИИ (ПОЛЯРНАЯ СИБИРЬ)

И.В. Парубенко

Научный руководитель доцент Ю.В. Колмаков

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Богатейшие месторождения благородных металлов в мире связаны с интрузиями основного и ультраосновного состава, приуроченными к рифтовым структурам. Область развития щелочно-ультраосновного магматизма на севере Сибирской платформы непосредственно связана с Маймеча-Котуйской провинцией, которая является крупнейшей щелочно-ультраосновной провинцией в мире площадью около 80 000 км². Интенсивное проявление щелочного магматизма в данном регионе обусловлено процессами континентального рифтогенеза, который проявился в раннем мезозое. Причем локализация щелочно-ультраосновных массивов объясняется развитием глубинного мантийного поднятия в зоне пересечения спрединговой зоны Пясино-Хатангской рифтовой системы с Котуйским трансформным разломом, образуя в плане кольцевую структуру [1]. В гравитационном поле зона трассируется серией положительных интенсивных аномалий, по которым собственно и была выделена данная структура.

Интерес к Маймеча-Котуйской провинции с позиций благороднометалльного оруденения известен. Так, в пределах Гулинской интрузии, относящейся к данной провинции, известны россыпи золота и осмиридов. В строении интрузии принимают участие ультраосновные породы нормального ряда – породы Гулинского комплекса и ультраосновные породы щелочного ряда – породы Маймеча-Котуйского комплекса, которые имеют повышенное содержание радиоактивных элементов.

По результатам аэрогеофизических работ была открыта Крестовская щелочно-ультраосновная интрузия, которая проявила себя в радиогеохимических полях повышенными содержаниями тория, урана, калия. С 1999 г. на Крестовской интрузии начались наземные полевые работы с целью поисков благороднометалльного оруденения: геологическая съемка, опробование горных пород на благородные металлы, петрофизические и геофизические исследования. В результате выявилось [2], что в строении вулканоплутонической структуры принимают участие два комплекса интрузивных пород: породы Гулинского комплекса (оливиниты, верлиты, пироксениты) и породы Маймеча – Котуйского комплекса (в основном мелилитолиты), причем перспективными на платиноносность считались именно мелилитолиты, что и подтвердилось в ходе лабораторных исследований [3].

Петрофизические исследования определили предпосылки для проведения гравиразведки и магниторазведки ввиду присутствия пород с высокими значениями магнитной восприимчивости (ферромагнитная минерализация пород интрузии представлена магнетитом, титан-магнетитом и пирротинном) и избыточной плотности (различия в плотности плутонических ультраосновных пород с вмещающими эффузивами в среднем составляют 0.3 – 0.4 г/см³).



Рис. 1. Распределение значений магнитной восприимчивости пород Крестовской интрузии



Рис. 2. Распределение значений плотности пород Крестовской интрузии

Крестовская интрузия выразительно выделяется в гравитационном поле, и по контрастной аномалии силы тяжести можно судить об общей конфигурации интрузии и её границах, перекрытых четвертичными отложениями и вмещающими эффузивами тыванкитской свиты. Также была проведена и детальная магниторазведка интрузии. Однако магниторазведка не была столь эффективной в сравнении с гравитационной. Было выявлено, что некоторые породы с высоким содержанием ферромагнетиков практически не отображаются в магнитном поле.

В связи с этим были проведены петромагнитные исследования - метод терморазмагничивания, с помощью которого установлено, что породы, обратные намагниченные, создают отрицательные аномалии и, наоборот, прямо намагниченные породы – положительные аномалии. Главными ферромагнетиками пород интрузии являются магнетит и титаномагнетит, среди которых выделены две генерации, связанные с магматическим этапом развития интрузии и более поздними гидротермально-метасоматическими процессами. Ранняя минерализация имеет обратную намагниченность, более поздняя – прямую. Остаточная намагниченность пород, включающих ферромагнетиты двух генераций, состоит из двух компонентов – обратного и прямого, взаимно компенсирующих друг друга. Поэтому породы, обладая очень высокой магнитной восприимчивостью, практически не выделяются в магнитном поле. Таким образом, с одной стороны – магниторазведка не показала закономерного распределения ферромагнетиков в магнитном поле, а с другой – по интенсивным положительным аномалиям ΔT хорошо выделяются участки проявления вторичных гидротермально-метасоматических процессов.

Образования жильного комплекса, приуроченные к зоне контакта массива с вмещающими эффузивными толщами, по данным гамма-спектрометрии фиксируются локальными аномалиями калия, природа которых определяется процессами наложенной биотитизации.

Наилучшим методом для выделения и картирования мелилитолитовых тел, характеризующихся повышенными содержаниями платиноидов, является гамма-спектрометрия, так как слагающие их породы наиболее радиоактивны в сравнении со всеми остальными петрографическими разновидностями, участвующими в геологическом строении района. Содержания урана и тория в мелилитолитах изменяются от 5 до 110 г/т и от 2 до 11 г/т соответственно, во вмещающих породах – колеблются от 3 до 19 г/т и от 2 до 5 г/т.

На магматической стадии произошла кристаллизационная дифференциация мелилитовой магмы. В результате одни дифференциаты обогащены магнетитом и титаномагнетитом, другие – перовскитом и апатитом – минералами-концентраторами редкоземельных и радиоактивных элементов. Повышенные концентрации платиноидов приурочены к породам с магнетитом и титаномагнетитом. Благодаря их повышенной плотности, они хорошо проявляются в локальных аномалиях гравитационного поля (масштаб 1:5000), а в радиогеохимических полях четко проявляются мелилитолиты с перовскитом, апатитом.

Таким образом, на разных стадиях поисков и разведки благороднометалльного оруденения в условиях Маймеча-Котуйской провинции показана высокая эффективность геофизических методов: благодаря геофизическим методам интрузия была открыта, закартированы тела мелилитолитов, обогащенных платиноидами и изучена их внутренняя неоднородность.

Литература

1. А.М.Сазонов, Е.А. Звягина и др. Платиноносные щелочно-ультраосновные интрузии Полярной Сибири. – Томск: 2001. – 510 с.
2. Л.С. Егоров Мелилитовые породы Маймеча-Котуйской провинции.- Л: Недра, 1969., – 247 с.
3. А.М. Сазонов и др. Изотропно-геохимические особенности пород Крестовской вулcano-плутонической структуры, 2001

ВЫДЕЛЕНИЕ ГАЗОНАСЫЩЕННЫХ ИНТЕРВАЛОВ В ПРОДУКТИВНОЙ ЧАСТИ РАЗРЕЗА ГАЗОНЕФТЯНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

Н.А. Парфёнов, С.М. Шевченко

Научный руководитель главный научный сотрудник С.М. Шевченко

Томский научно-исследовательский и проектный институт нефти и газа, г. Томск, Россия

Выделение газовых и газонефтяных областей на месторождениях с газовой шапкой представляет более сложную задачу по сравнению с выделением нефтяных и водонасыщенных пластов. Для корректной и наиболее точной интерпретации таких месторождений требуется полный комплекс геофизических исследований скважин (ГИС), включающий в себя каротаж собственной поляризации (ПС), боковой каротаж (БК), нейтронный каротаж (НК), гамма-каротаж (ГК), боковое каротажное зондирование (БКЗ), индукционный каротаж (ИК), гамма-гамма плотностной каротаж (ГГКП) и акустический каротаж (АК). Однако заявленный комплекс ГИС выполняется далеко не всегда, и каротажи по методам ГГКП и АК зачастую не проводятся. Такой усеченный комплекс на газоконденсатном месторождении по общепринятым методикам обработки не позволяет достоверно выделить газонасыщенные интервалы разреза и рассчитать пористость по нейтронному каротажу.

В связи с вышесказанным выделение газонасыщенных интервалов проводилось на качественной основе в предварительно выделенных песчаных пластах. Первоначально по методам НКТ, БК, ГК были выделены газонасыщенные интервалы. Для наглядного выделения влияния газа на кривую НК по уровню водоносных пластов проводилась опорная линия. Превышение значений НК над опорной линией свидетельствует о

присутствии газа в пласте, при этом следует учитывать, что в глинистой части пласта эффект увеличения амплитуды НК может отсутствовать. На основании этих данных формировался вспомогательный массив ГСЛ (1 – чистый песчаник с $\alpha_{nc} > 0.65$, 2 – глинистый песчаник с $\alpha_{nc} < 0.65$ и значением НК ниже опорного значения, 3 – газонасыщенный интервал).

На втором этапе производилась стандартная обработка расчетов коэффициентов пористости по кривой ПС ($Kп_{пс}$) и по кривой НК ($Kп_{нк}$) с поправкой на глинистость. На этом этапе $Kп_{нк}$ искажено влиянием газонасыщенности ($Kп_{нк} < Kп_{пс} - 0.03$) и гидрослюдистости ($Kп_{нк} > Kп_{пс} + 0.04$). Для исправления $Kп_{нк}$ было опробовано два варианта:

Вариант 1. Поправка за газонасыщенность определялась по многомерной регрессии:

$$\begin{aligned} \Delta &= 0.205 + 0.164 * K_{гг_гк} - 0.337 * K_{гг_пс} - 0.471 * w_p - 0.533 * Kп_{нк}, \\ Kп_{кор} &= Kп_{нк} + \Delta, \end{aligned} \quad (1)$$

Поправка за гидрослюдистость также определялась по многомерной регрессии:

$$\begin{aligned} \Delta &= -0.193 - 0.004 * K_{гг_гк} + 0.298 * K_{гг_пс} + 0.946 * Kп_{нк}, \\ Kп_{кор} &= Kп_{нк} - \Delta \end{aligned} \quad (2)$$

Коэффициент остаточной газонасыщенности рассчитывался по формуле, аппроксимирующей палетку Головацкой [2]:

$$K_{го} = 1.2738 * \frac{(Kп_{кор} - Kп_{нк})}{Kпн} - 0.0055, \quad (3)$$

где Δ – поправка в коэффициент пористости по НК, $K_{гг_гк}$ – глинистость, определенная по кривой ГК, $K_{гг_пс}$ – глинистость по методу ПС, $Kп_{нк}$ – пористость по НК, w_p – водородосодержание, $Kп_{кор}$ – скорректированное значение пористости, $K_{го}$ – коэффициент остаточной газонасыщенности

Вариант 2. Поправка за газонасыщенность и гидрослюдистость находилась с использованием палетки ВНИИГИК (И.В.Головацкая) [2]. В этом варианте, прежде всего, определялось остаточное содержание газа по палетке Головацкой на основе истинной и нейтронной пористостей. Затем использовался интерактивный метод определения скорректированной пористости. В первом приближении в качестве значений истинной пористости использовалась пористость, рассчитанная по кривой ПС:

$$K_{го} = 1.2738 * \frac{(Kп_{пс} - Kп_{нк})}{Kпн} - 0.0055, \quad (4)$$

Поправка в $Kп_{нк}$ определялась по следующей формуле:

$$Kпн = \frac{Kп_{нк}}{(1 - K_{го}) * (1 - H_{wg})}, \quad (5)$$

Во втором приближении в качестве значений истинной пористости использовалась пористость, полученная в первой итерации:

$$K_{го} = 1.2738 * \frac{(Kпн - Kп_{нк})}{Kпн} - 0.0055, \quad (6)$$

И затем производилось окончательное уточнение пористости по НК:

$$Kп_{кор} = \frac{Kп_{нк}}{(1 - K_{го}) * (1 - H_{wg})}, \quad (7)$$

Где: H_{wg} – водородный индекс газа.

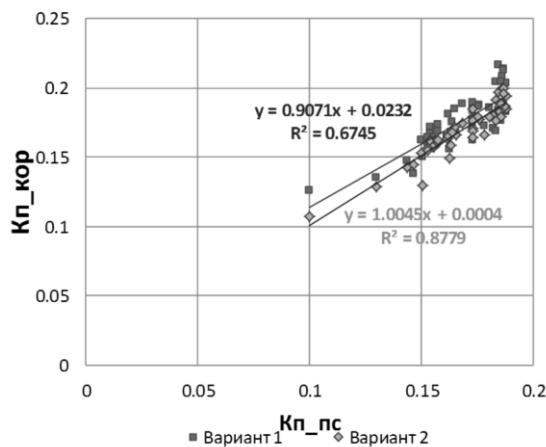


Рис. Сопоставление истинной пористости ($Kп_{пс}$) и пористостей, рассчитанных по НК с разными вариантами корректировки ($Kп_{кор}$)

Таким образом, в расчете участвовали истинная пористость, исправленная за газ ($K_{пн}$) и пористость по НК без учета поправки ($K_{п_нк}$). В газонасыщенных областях с заниженной пористостью $K_{п_нк}$, поправка $K_{го}$ принимает положительные значения, следовательно, знаменатель в уравнении для $K_{п_кор}$ меньше единицы, что повышает значения $K_{п_нк}$. В областях с повышенным содержанием гидрослюды ситуация обратная, $K_{го} < 0$ и следовательно завышенные значения $K_{п_нк}$ благодаря поправке понижаются до истинного значения.

Как показали результаты исследований, вариант 2 дает более точные значения пористости, поэтому он был выбран для проведения дальнейших расчетов (рис.).

Кроме того, для определения характера насыщения рассчитывались вспомогательные кривые:

Относительный градиент сопротивлений $dGZ = (GZ_2 - GZ_1)/GZ_1$

Индекс свободной воды $K_{своб} = (R_{г2} - R_{г1})/R_{г1}$

где GZ_2 – показания подошвенного градиент зонда А1.0М0.1N, GZ_1 – показания подошвенного градиент зонда А0.4М0.1N, $R_{г1} = 5.0$ – значение сопротивления подстилающих глин, $R_{п1}$ – сопротивление пласта.

В продуктивной части разреза $K_{своб}$ равно или близко к нулю, в то время как в водонасыщенной части $K_{своб} > 0$ и может достигать величин 0.8 – 0.9. Характер насыщения оценивался с учетом $K_{своб}$ и по соотношению данных $K_{го}$ и dGZ , а именно:

$dGZ < 0.25$, $K_{го} < 0.2$ – водонасыщенный интервал

$0.4 > dGZ \geq 0.25$, $K_{го} < 0.2$ – нефтенасыщенный интервал

$0.6 > dGZ \geq 0.4$, $0.4 > K_{го} \geq 0.2$ – нефть с большим газовым фактором

$dGZ \geq 0.6$, $K_{го} \geq 0.4$ – газонасыщенный интервал

Данная методика была опробована на двух новых скважинах при оперативной интерпретации, и прогнозируемое насыщение позже подтвердилось результатами опробований.

Литература

1. Вендельштейн Б.Ю., Резванов Р.А. Геофизические методы определения параметров нефтегазовых коллекторов. – М. «Недра», 1978 г. – 318 с.
2. Головацкая И.В., Гулин Ю.А. Комплексная интерпретация материалов ГГК, НК, АК, ГК, полученных серийной аппаратурой для определения емкостных свойств горных пород. Методические рекомендации. – Калинин, 1984

ОСОБЕННОСТИ ИНТЕРПРЕТАЦИИ ТИПОВОГО КОМПЛЕКСА ГИС В ГОРИЗОНТАЛЬНЫХ И НАКЛОННЫХ СКВАЖИНАХ

Н.А. Парфёнов

Научный руководитель научный сотрудник С.В. Барашков

Томский научно-исследовательский и проектный институт нефти и газа, г. Томск, Россия

Известно, что бурение боковых стволов в скважинах старого фонда и бурение скважин с горизонтальным окончанием нашло широкое применение в эксплуатационном бурении в большинстве нефтедобывающих регионов. Использование горизонтальных скважин позволяет решить ряд важных проблем и, прежде всего, это проблема интенсификации добычи нефти.

Основным источником информации, необходимой для бурения и эксплуатации скважин, является комплекс геофизических исследований скважин (ГИС). Однако здесь возникает проблема, т.к. по сравнению с вертикальными скважинами интерпретация данных ГИС в горизонтальных скважинах усложняется. Это прежде всего обусловлено специфическими особенностями горизонтальных скважин, такими, как пространственное положение траектории ствола. В то время как приборы в вертикальных скважинах исследуют непосредственно сам пласт по латерали, в горизонтальных скважинах происходит частичное исследование разреза пласта по вертикали. Следовательно, применение стандартных методик интерпретации для таких скважин некорректно.

В качестве объекта исследования было выбрано месторождение Томской области, расположенное на территории Каргасокского района. Исследуемыми пластами являлись пласты верхней юры ($Ю_1^1$, $Ю_1^2$). Данные пласты представлены песчаниками и алевролитами, переслаивающимися с аргиллитами.

Исследования были проведены для пилотной вертикальной скважины и многозабойной скважины с тремя горизонтальными секциями. Исходными данными являлись гамма каротаж, нейтронный каротаж, индукционный каротаж (ВИКИЗ) и инклинометрия. Кроме того, для пилотного ствола имелись данные микрозондов, акустического каротажа, керна и кавернометрии. Первым шагом был стандартный анализ, проведенный для пилотной скважины, которая использовалась как опорная. Результаты интерпретации горизонтальных стволов впоследствии сравнивались с полученными данными из опорной вертикальной скважины.

Одной из характерных особенностей интерпретации ГИС в горизонтальных скважинах является литологическое расчленение по гамма-каротажу (ГК) не по экстремумам, как в случае вертикальной скважины, а по середине переходного интервала ГК. Это связано с тем, что в горизонтальных и наклонных скважинах ось прибора обычно составляет некоторый угол с плоскостью пласта, отличный от прямого. По этой причине другой литотип будет влиять на показания прибора с момента первого её обнаружения, до того момента, как прибор

перестанет «ощущать» предшествующий литотип (т. к. ГК не имеет азимутальной направленности и будет снимать показания целиком вокруг скважины) [1].

В такой ситуации логично будет производить разбивку пласта по середине такого изменяющегося отрезка ГК. Аналогичная ситуация возникает с нейтронным каротажом (НК). Вблизи наклонных границ пласта показания НК, также как и ГК, меняются постепенно, поэтому надо учитывать краевые эффекты и экстраполировать значения НК «чистого» пласта на весь пласт. В том случае, когда горизонтальный ствол целиком проходит вдоль границы между пластами, ситуация усложняется. Для коррекции кривой НК необходимо знать расстояние от скважины до пласта в каждой точке, что представляет собой достаточно сложную задачу.

Следующая особенность связана с кажущимся сопротивлением породы в прискважинном пространстве, которое фиксируется прибором. Из-за анизотропии разреза сопротивление в вертикальном стволе отличается от такового в наклонном или горизонтальном стволе. Таким образом, при расчете насыщения пласта следует вводить поправку, которая учитывала бы эффект анизотропии сопротивления.

Мораном [2] была получена зависимость, связывающая кажущееся сопротивление по горизонтали, по вертикали с углом между осью прибора и нормалью, проведенной к пласту:

$$R_a = \frac{\sqrt{R_h \times R_v}}{\sqrt{\sin^2 \theta + \frac{R_v}{R_h} \cos^2 \theta}}, \quad (1)$$

где R_a – кажущееся сопротивление, R_h и R_v – сопротивления по горизонтали и вертикали соответственно, θ – угол между осью прибора и нормалью к плоскости пласта. Уравнение также можно переписать, введя замену – коэффициент анизотропии сопротивления: $\lambda = \sqrt{R_v/R_h}$, тогда получим:

$R_h = \frac{R_a}{\lambda} \sqrt{\sin^2 \theta + \lambda^2 \cos^2 \theta}$. Угол можно выразить через зенитный угол скважины и угол между вертикалью и нормалью к пласту. Последний может быть определен по структурной карте или геологическому разрезу. Таким образом, проблема сводится к определению единственного неизвестного параметра в правой части уравнения – коэффициента анизотропии сопротивления. Для решения этой проблемы мы предлагаем метод сравнения сопротивлений в одинаковых пластах по соседним скважинам. В одних и тех же пластах сопротивления в ортогональных направлениях должны быть равны. Поэтому можно составить систему двух уравнений с двумя неизвестными, которая может быть легко решена относительно анизотропии:

$$\begin{cases} \lambda = \frac{R_{a1}}{R_h} \sqrt{\sin^2 \theta_1 + \lambda^2 \cos^2 \theta_1} \\ \lambda = \frac{R_{a2}}{R_h} \sqrt{\sin^2 \theta_2 + \lambda^2 \cos^2 \theta_2} \end{cases}, \quad (2)$$

Из этой системы уравнений были получены следующие значения анизотропии: $\lambda_{\text{песч}} = 1.31$; $\lambda_{\text{глин}} = 2.04$; $\lambda_{\text{плотн}} = 4.13$. Далее логично предположить, что в исследуемом горизонте анизотропия в определенной литологии имеет одно и то же значение. Конечно, возникает вопрос о правомерности такого предположения. Чтобы ответить на этот вопрос, нужно определить факторы, влияющие на сопротивление. Согласно Мэйеру [3], таким фактором является водонасыщенность. В его работе была аналитически изучена зависимость сопротивлений в разных направлениях от водонасыщенности (рис.).

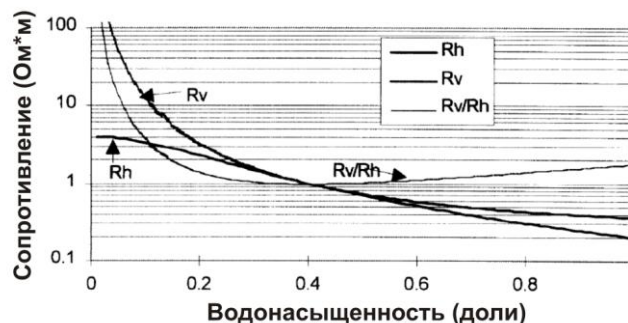


Рис. Зависимость сопротивлений в разных направлениях от водонасыщенности

Таблица

Средние значения рассчитанных петрофизических параметров.

Параметр	Пилотный ствол	Горизонтальная скважина 1	Горизонтальная скважина 2	Горизонтальная скважина 3
Пористость, %	10.6	10.9	10.6	10.5
Прониц., мД	0.6	0.4	0.3	0.4
Водонасыщ., % нескор./скор.	55.7	53.0 / 56.1	53.2 / 56.4	54.2 / 57.1
Сопр., Ом*м нескор./скор.	9.5	11.7 / 10.1	11.6 / 10.2	10.4 / 9.3

Как можно видеть, «вертикальная компонента» сопротивления при низком содержании воды очень чувствительна к водонасыщенности. При небольшом изменении водонасыщенности «вертикальная компонента» сопротивления изменяется значительно. В другом случае, при водонасыщенности больше 0.2 д. е. «вертикальная» и «горизонтальная» компоненты близки друг к другу и коэффициент анизотропии порядка 1-1.4. Таким образом, если учесть что водонасыщенность исследуемого продуктивного интервала порядка 50-60 % (по исследованиям пилотного ствола), то предположение о постоянстве коэффициента анизотропии может быть использовано так же, как и в глинистых породах. Что касается уплотненного карбонизированного песчаника, то здесь ситуация обстоит иначе.

Из-за низкой водонасыщенности «горизонтальная» и «вертикальная» компоненты сопротивления могут различаться в десятки или сотни раз. Используя формулу для корректировки сопротивления $R_h = \frac{R_a}{\lambda} \sqrt{\sin^2 \theta + \lambda^2 \cos^2 \theta}$, можно рассчитать истинную водонасыщенность пласта. В работе для определения водонасыщенности использовался наиболее глубокий индукционный зонд, однако данная поправка сопротивления может быть также использована и для зондов с небольшой глубиной проникновения.

Как видно из таблицы, скорректированные значения параметров для горизонтальных стволов достаточно хорошо согласуются с результатами интерпретации пилотной скважины, в отличие от параметров, рассчитанных стандартными методами. Таким образом, можно сделать вывод, что пренебрежение эффектом анизотропии может привести к неверному определению водонасыщенности (в данном случае погрешность порядка 3-3.5%), а, следовательно, к неверному определению запасов на месторождении.

Литература

1. Singer J.M. An Example of Log interpretation in horizontal wells // ONGC-Schlumberger Wireline Center: The Log Analyst. – New Dehli, India, March-April 1992. – С. 85-95.
2. Moran J.H., Gianzero S. Effects of formation anisotropy on resistivity-logging measurements // Geophysics 44, 1979. – № 7. – С. 1266-1286.
3. W. Hal Meyer Interpretation of propagation resistivity logs in high angle wells // SPWLA 39th Annual Logging Symposium. – May 26-29, 1998.

АНАЛИЗ СЕЙСМИЧНОСТИ ОСТРОВА ПАРАМУШИР (КУРИЛЬСКАЯ ГРЯДА) И ВЫЯВЛЕНИЕ СВЯЗИ СЕЙСМИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ С ИЗВЕРЖЕНИЯМИ ВУЛКАНОВ ЧИКУРАЧКИ И ЭБЕКО

О.В. Пеньковья

Научный руководитель профессор Т.К. Злобин

Сахалинский государственный университет, г. Южно – Сахалинск, Россия

В исследованиях вулканов имеется два аспекта. Один из них связан с изучением продуктов вулканизма: вулканогенных и вулканосадочных образований с целью поисков и разведки месторождений полезных ископаемых и их освоения. Этот аспект относится к вопросам разведочной геофизики. Второй аспект - изучение непосредственно деятельности действующих вулканов, исследований взаимосвязи их с глубинными процессами (сейсмическими, геодинамическими, тектономагматическими и др.). Эти работы обусловлены важностью их для оценки сейсмовулканоопасности, жизнедеятельности в областях активного вулканизма. Этот аспект относится к фундаментальным геофизическим исследованиям, которые не менее важны, чем первый. Настоящая работа посвящена второму из названных аспектов исследований вулканов.

Общеизвестно, что для Курильского региона наряду с интенсивным современным вулканизмом характерна чрезвычайно высокая сейсмичность. Наиболее ценную и объективную информацию о структуре корневых зон вулканов поставляют сейсмические методы. Они дают возможность не только устанавливать непосредственное пространственное положение и форму аномальных объектов, с некоторой долей условности отождествляемых с "магматическими очагами" и "подводящими каналами", но и определять некоторые физические параметры выполняющего их вещества (сжимаемость, вязкость, добротность, поглощение упругих сейсмических волн и др.). Кроме того, возникает вопрос о том, как можно связать столь высокую сейсмическую активность данного района с извержениями вулканов.

У вулканов островной дуги существует два типа магматических очагов: первые представляют собой источники глубинных расплавов, вторые — промежуточные и периферические — места их отстоя и дифференциации. Существование магмогенерирующих очагов благодаря самому факту развития современного активного вулканизма ни у кого сомнений не вызывает. Некоторые разногласия возникают лишь по поводу того, на какой глубине, в каких исходных породах и в результате каких процессов они формируются. По части существования периферических очагов исследователи спорят, однако факт их существования, по крайней мере у некоторых вулканов можно считать твердо установленным. По-видимому, наиболее оптимальные для магнообразования условия реализуются в астеносферных зонах. Последние распространены глобально, хотя и не повсеместно, а в островодужных вулканических поясах поднимаются непосредственно к подошве земной коры и местами охватывают низы последней. Как известно, подъем расплавленной породы (магмы) происходит по ослабленным зонам, разломам, тектоническим нарушениям, трещинам и разрывам, которые возможны только в условиях растяжения в литосфере [2].

Изучая и анализируя количественно сейсмическую активность по данным международного каталога землетрясений NEIC за 1973 - 2011 гг. и имеющиеся данные об извержениях вулканов Курильских островов отметим, что за последние 38 лет произошло 26 случаев извержения вулканов. Было установлено, что наиболее часто извергались вулканы Чикурачки и Эбеко на о-ве Парамушир. За эти годы вулкан Чикурачки извергался 8 раз (1973, 1986, 1999, 2003, 2004, 2005, дважды в 2007 г.) и Эбеко 3 раза (1987-1990, 2005, 2009г). Для выявления закономерности и связи между сейсмической активности и извержением вулканов была построена карта эпицентров данного района за 38 лет (рис.). За этот период (1973 – 2011гг) зафиксировано 160 событий сейсмической активности.

Анализ показывает, что в районе расположения вулканов можно выделить области отсутствия очагов землетрясений. Выделенные ранее области отсутствия обменных волн землетрясений показали, что аномальное затухание в них сейсмических волн, преимущественное затухание или отсутствие поперечных волн, а также приуроченность к действующим вулканическим постройкам позволили отождествлять эти области с областями однородной, гомогенной, частично расплавленной породы. Их мы связывали с магматическими очагами, а также зонами магнообразования [1]. Поскольку землетрясения указывают на хрупкость среды, а деформации в очаге землетрясения исключают наличие пластичного расплавленного вещества, то о возможном существовании магматического очага вулкана можно говорить лишь в пределах областей отсутствия землетрясений. Сопоставление зон, связываемых с магматическими очагами вулканов, и областей отсутствия землетрясений показало их принципиальное соответствие.

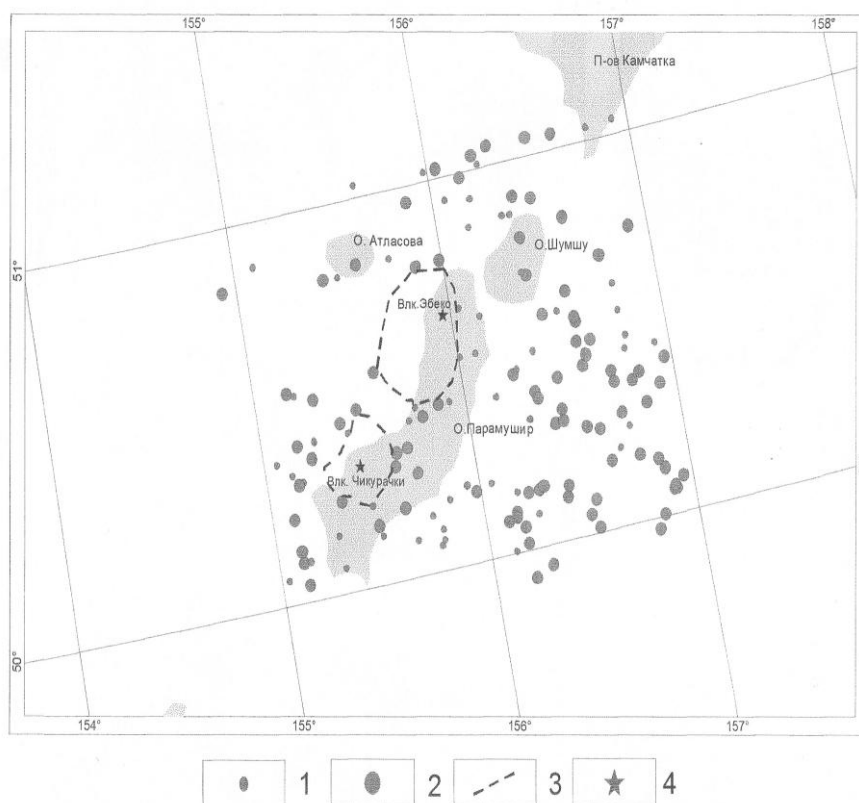


Рис. Карта эпицентров землетрясений о. Парамушир за 1973-2011 гг. по каталогу NEIC. 1, 2 - магнитуда землетрясений: $M < 4,4$ (1), $M > 4,41$ (2); 3 - линия контура областей отсутствия землетрясений; 4 - действующие вулканы

Таким образом, выделенные области отсутствия очагов землетрясений в районах этих вулканов могут быть связаны с наиболее частыми извержениями вулканов Чикурачки и Эбеко о-ва Парамушир. Представляется, что еще больший интерес вызовут дальнейшие построения глубинных разрезов гипоцентров через о-в Парамушир и названные вулканы, которые могут позволить установить положение очагов вулканов в разрезе земной коры.

Литература

1. Злобин Т. К. Строение земной коры и верхней мантии Курильской островной дуги (по сейсмическим данным). – Владивосток: ДВНЦ АН СССР, 1987. – 150 с.
2. Федорченко В. И., Абдурахманов А. И., Родионова Р. И. Вулканизм Курильской островной дуги: геология и петрогенезис. – М.: Наука, 1989. – 239 с.

ПРИМЕНЕНИЕ МАСШТАБНЫХ ЭФФЕКТОВ 3-4 РОДА ДЛЯ ЭКСПРЕСС-ИНТЕРПРЕТАЦИИ ДАННЫХ ГИС НА ПРИМЕРЕ ТОНКОСЛОЙНЫХ САРМАТСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ БИЛЬЧЕ-ВОЛЫЦКОЙ ЗОНЫ

И.О. Пятковская

Научный руководитель профессор Д.Д. Федоришин
*Ивано-Франковский национальный технический университет нефти и газа,
г. Ивано-Франковск, Украина*

Эффективность геологоразведочных работ во многом зависит от результатов обработки и интерпретации полевых и скважинных исследований в процессе поиска и разведки нефтегазовых месторождений.

Интерпретация материалов геофизических исследований скважин (ГИС) в тонкослойных терригенных разрезах, когда толщины пластов менее 0.6 м, всегда была неоднозначной, поэтому указанная проблема стоит достаточно остро. Одним из методов, который мог бы значительно упростить эту задачу, является использование экспресс-интерпретации данных ГИС с применением статистических центральных моментов высших порядков (асимметрия, эксцесс), которые бы рассчитывались по каротажным кривым. Анализ геофизических заключений с использованием технологий CARABAND и CORIBAND фирмы «Шлюмберже», технологических разработок фирмы «Халибартон» (десятизондовый индукционный каротаж), пакета SATUN (Польша), российских технологий «ГИНТЕЛ», «СИАЛ-ГИС», «ОНИКС», украинской технологии «ГеоПоиск» показал, что в тонкослойных разрезах диагностика пластов имеет погрешности [1]. Технология «ГеоПоиск» вообще не допускает определения параметров пластов толщиной менее 0.6 м.

С такими трудностями часто сталкиваются при определении фильтрационно-емкостных свойств и характера флюидонасыщения пород-коллекторов в разрезах Дашавской свиты нижнего сармата в северо-западной части Бильче-Волыцкой зоны Передкарпатского прогиба, где открыто около 30 газовых месторождений. В работах [1, 2] показано, что разрезы сарматских отложений на различных участках Бильче-Волыцкой зоны существенно отличаются. При практически одинаковом литологическом составе (песчаники плотные и песчаники гранулярные - коллекторы, алевролиты, аргиллиты, аргиллиты пиритизованные) геологические разрезы характеризуются разной толщиной пластов, условиями залегания различных литотипов, распространением их по площади, содержанием глинистой компоненты.

При использовании седиментологического каротажного анализа Т.С. Изотова с соавторами [1,2] выделила 4 типа разрезов сармата в северо-западной части Бильче-Волыцкой зоны. Типизация сарматских разрезов обусловлена различным влиянием на геофизические характеристики (электрическое сопротивление, радиоактивность, акустические свойства горных пород) толщин пластов, парагенезиса литотипов, глинистости, минерализации пластовых вод и бурового раствора.

Наиболее сложным оказался третий тип разреза, который территориально находится в северо-западной части Косовско-Угерской подзоны, где нижнесарматские отложения залегают непосредственно над ядром верхнеюрского барьерного рифа (площади Свидница, Судовая Вишня, Вижомля, Грушев). На этих участках осадконакопление происходило в условиях мелкого шельфа, при этом образовывались неоднородные линзовидные тела, которые амёбовидно распространены по латерали.

Такие разрезы обычно состоят из тонкослойных глинистых пачек, в которых содержатся слои песчаников-коллекторов (ВС-9, 14, 15), плотных песчаников и алевролитов (ВС-13) или аргиллитов с единичными прослоями алевролитов и песчаников. Толщины отдельных литотипов изменяются от 0.1 до 0.5 м (реже 0.8 м). При этом эффективная толщина пачек коллекторов, которые отдают флюиды, должна быть более 1 м. Глинистость разреза очень высока: в песчаниках-коллекторах она изменяется от 20% до 45%; чистые аргиллиты практически отсутствуют, в глинистых пачках содержится до 40% алевролито-песчаных зерен. Песчаники преимущественно мелкозернистые, с пористостью 9-12% и низкой проницаемостью (до 0.5 мД) вследствие их глинизации.

По заказу ГП «Укргаздобыча» НАК «Нафтогаз Украины» в ЛО УрқДГРИ в 2005 году разработан пакет программ «Сармат», который может работать в информационной среде технологии «ГеоПоиск» [5] и требует применения девяти методов ГИС, которые должны быть проведены по специальной методике (масштаб записи 1:100, 1:200 при скорости записи не более 600 м/ч). По объективным причинам этот пакет не вышел из стадии испытаний и не во всех скважинах может быть использован.

Указанные выше обстоятельства обусловили необходимость поисков нестандартных методов обработки и интерпретации данных ГИС в тонкослойных (часто их называют мелкослойные) средах. Одним из таких подходов может быть использование аппарата теории математической статистики. В существующих методах обработки, как правило, применяются следующие числовые величины: математическое ожидание M (или среднее взвешенное), дисперсия D , среднее квадратическое отклонение (стандарт) $\sigma = \pm \sqrt{D_x}$, коэффициент вариации $V = \sigma/\bar{X}$, центрированное и нормированное отклонение.

Согласно теории неоднородности [3] эти параметры описывают масштабные эффекты первого рода (изменение среднего значения исследуемого признака) и второго рода (изменение дисперсии или стандарта). Масштабные эффекты более высоких порядков в ГДС практически не используются. В работе [4] показано, что асимметрия A (центральное и нормированное отклонение третьего порядка) и эксцесс E (центральное и нормированное отклонение четвертого порядка) скоростей по данным акустического каротажа (АК), которые осреднены на больших базах (10 м) в отношении толщины пластов, могут быть информативными для оценки характера флюидонасыщенности и песчаности тонкослойных отложений нижнедашавской подсыты верхнего сармата. На примере интерпретации терригенных отложений Грушевского месторождения показано, что величина асимметрии и эксцесса, которые рассчитаны для литотипов толщ мощностью 600-1100 м, по знакам (плюс или минус) коррелируются с наличием (отсутствием) газонасыщенных пластов в интервале анализа и среднезвешенной песчаности разреза. Таким образом, этот пример показывает, что статистические моменты третьего и четвертого порядков фиксируют общую геологическую неоднородность пород в области нефтегазовой залежи и могут быть использованы для экспресс-прогнозирования разреза на наличие газонасыщенных коллекторов.

Для проверки такого подхода к экспресс-интерпретации материалов ГИС использовали каротажные диаграммы АК (интервальное время Δt) и электрокаротаж потенциал-зондами (удельное электрическое сопротивление) скважины 20-Вижомлянская, которая пробурена в контуре одноименного газового месторождения. Анализировались интервалы водонасыщения, плотные и газонасыщенные коллекторы, которые выделены по комплексу ГИС и подтверждены результатами испытаний.

Как рабочая гипотеза принимались такие изменения петрофизических параметров пород от характера флюидонасыщения и коллекторских свойств:

1. Величина интервального времени Δt в песчаниках (алевролитах) для водонасыщенного разреза или в плотных породах-коллекторах меньше, чем в глинах. При наличии газонасыщенных коллекторов Δt увеличивается и приближается по значениям интервального времени к глинам. В таком случае для интервалов разреза, которые содержат газонасыщенные коллекторы, эксцесс уменьшается, а при равном соотношении глин и песчаников приобретает отрицательные значения. При преобладании песчаников (алевролитов) эксцесс принимает положительные значения, но имеет локальный минимум. Величину этого минимума можно считать теоретически для идеализированных моделей сред или определить эмпирически. Асимметрия дает "грубую" оценку соотношения суммарных толщин глин и коллекторов в интервале анализа (средний коэффициент песчаности - K): при $A < 0$ коэффициент песчаности $K < 0.5$, а при $A > 0$ он приобретает значение $K > 0.5$, т.е. при положительной асимметрии суммарная толщина песчаников больше суммарной толщины глин.

2. Величина удельного электрического сопротивления по результатам измерений потенциал-зондами (ПЗ) в водонасыщенных коллекторах является низкой, в глинах - высокой. В газонасыщенных породах увеличивается и может достигать даже величины сопротивления в глинах. Поэтому для водонасыщенных коллекторов $E > 0$, а при насыщении их газом эксцесс уменьшается и может приобрести даже отрицательные значения.

Таким образом, статистические центральные моменты, которые рассчитаны по данным ГИС в скважине 20-Вижомлянская, четко указывают на газонасыщенную залежь как неоднородность с масштабными эффектами третьего-четвертого рода и поэтому могут быть использованы для экспресс-интерпретации. Аналогичные материалы получены и для скважин 7- и 53 Вишнянского газового месторождения в продуктивных горизонтах ВС-10, ВС-12, для которых отмечается высокая средняя песчаность $K = 0,6-0,7$. Гистограмма распределения геофизических параметров имеет одну моду (среднеарифметическое значение и характеризует песчаники) при небольшой, и даже отрицательной, асимметрии и положительном эксцессе [6].

Эти фактические материалы послужили основой для обоснования и разработки алгоритмов и программ обработки данных ГДС с использованием статистических моментов, которые могут быть представлены как самостоятельный блок и вписаны в технологию "ГеоПоиск" [5]. Для этого на определенной базе L (выбирается экспериментально, обычно $L = 10-50$ м) методом интервального среднего рассчитываются и записываются в рабочую базу данных и могут быть выданы на планшет значение каротажной диаграммы X_i и его статистики \bar{X} , σ , A , E . Программу с использованием принятого в технологии «ГеоПоиск» формата (LAS-файлы) составил В. М. Суятинов. В случаях тонкослойного разреза этот подход позволяет до полученной дополнительной информации приобщить пошаговые значения статистических характеристик к данным других геофизических и петрофизических параметров, что дает возможность более точно выполнить экспресс-интерпретацию, особенно в тех случаях, когда толщина пластов не превышает 0.6 м и стандартные методы в таких условиях не срабатывают.

Конечно, первые попытки использования масштабных эффектов третьего-четвертого поколений требуют доработок, обоснование выбора базы интервального усреднения для различных типов тонкослойных

разрезов. Для внедрения предложенного методического подхода в производственных масштабах необходимо обработать данные многих скважин, что позволит выбирать параметры для программы.

Более широкие возможности использования имеет соответствующий статистический анализ не самих значений геофизических параметров с диаграммами ГИС, а величины их отклонений от среднего значения зарегистрированного параметра (\bar{X}_i), что отмечалось в работе [4]. Для дальнейшего надежного использования предложенного математического подхода с определением статистических моментов высшего порядка в процессе геофизических исследований тонкослойных геологических разрезов необходимо осуществить адаптацию его к интерпретации сложнопостроенных пород-коллекторов полимиктового типа нефтегазовых месторождений Украины.

Литература

1. Изотова Т. С., Бондаренко О. В., Пуш А. О. и др. Интерпретация данных ГИС тонкослоистых разрезов сарматского Предкарпатский прогиба на основе компьютерных технологий // Каротажник. – М., 2005. – Вып 14 (141).
2. Красножон М.Д., Косаченко В. Д. Комплексная интерпретация материалов ГИС с использованием компьютерной технологии «ГеоПоиск» // К.: УкрГГРИ, 2007. – 254 с.
3. Кушта Г., Бондаренко А., Вертепный Т. Типизация отложений сармата Бильче-Волицкой зоны Предкарпатского прогиба // Тезисы докладов научной конференции молодых ученых и специалистов ЛО УкрГГРИ. – Львов: ЛВУкрДГРИ, 2005.
4. Петкевич Г. Н., Моршан Р. П., Филатов Ю.В. Скважинная сейсмоакустики при решении задач прогнозирования геологического разреза // Киев: – Наук. думка, 1985. – 232 с.
5. Рац М.В. Неоднородность горных пород и их физических свойств – М.: Наука, 1968. –100 С.
6. Федоришин Д.Д., Моршан Р.П., Пятковська И.А. Применение статистических центральных моментов для экспресс-интерпретации данных ГДС в тонкослойных сарматских отложениях Бильче-Волицкой зоны. // тезисы докладов международной научно-практической конференции «Нефтегазовая геофизика-инновационные технологии». – Ивано-Франковск, 2011.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НОВЫХ ПОДХОДОВ К ИНТЕРПРЕТАЦИИ ПЛОЩАДНЫХ ПОИСКОВЫХ ЭЛЕКТРОРАЗВЕДОЧНЫХ РАБОТ МЕТОДОМ СРЕДИННОГО ГРАДИЕНТА НА ПРИМЕРЕ КЕЛЯНО-ИРОКИНДИНСКОЙ ЗОЛОТОРУДНОЙ ЗОНЫ

И.Г. Татьков¹

Научные руководители профессор. Г.И. Татьков¹, профессор А.Г. Дмитриев²

¹Геологический Институт Сибирского отделения Российской академии наук, г. Улан-Удэ, Россия,

²Национальный исследовательский Иркутский государственный технический университет, г. Иркутск, Россия

Картирование рудных тел Келяно-Ирокиндинской золоторудной зоны с использованием традиционных методов геологического картирования представляет собой сложную задачу, решение которой зачастую невозможно без применения комплексных геофизических исследований в сочетании с заверочными горно-буровыми работами. Общеизвестно, что на информативность геофизических работ влияют такие факторы как: слабая дифференциация физических параметров между рудовмещающими и пустыми породами, убогосульфидный характер минерализации, наличие криолитозоны и крупноглыбовых отложений, перекрывающих рудные тела.

Методика электропрофилеирования с установкой срединного градиента позволяет проводить картирование по параметру вызванной поляризации (ВП), проводимости (σ) и наиболее часто применяется в поисково-разведочных работах на рудное золото. Применение параметра сдвига фазы ВП позволяет достаточно надежно выделять структуры, характеризующиеся повышенной степенью минерализации. Основной задачей интерпретации полученных данных является разделение аномалий по геологической природе.

При необходимости выделения рудных объектов типа минерализованных зон следует учитывать параметры таких возмущающих объектов, как криолитозона и известные жильные рудопоявления, одинаково отражающиеся в поле ρ_k . В зависимости от качества полученных данных ВП возможен расчет комплексного параметра - металл-фактора (MF) по формуле [3]:

$$MF = \frac{\eta_k(\%)}{\rho_k} \times 100 = \frac{-2.5 \cdot \varphi_{ВП}}{\rho_k} \times 100$$

Применение данного комплексного параметра позволяет качественно оценить и разбраковать аномалии, получаемые от графитизированных, колчеданных и массивных сульфидизированных тел, характеризующихся повышенными значениями проводимости и поляризации. Поля, связанные с многолетнемерзлыми породами и зонами окварцевания, выделяются пониженными значениями металл-фактора. Минерализованные зоны соответствуют в плане аномалиям повышенных значений параметра (рис.1).

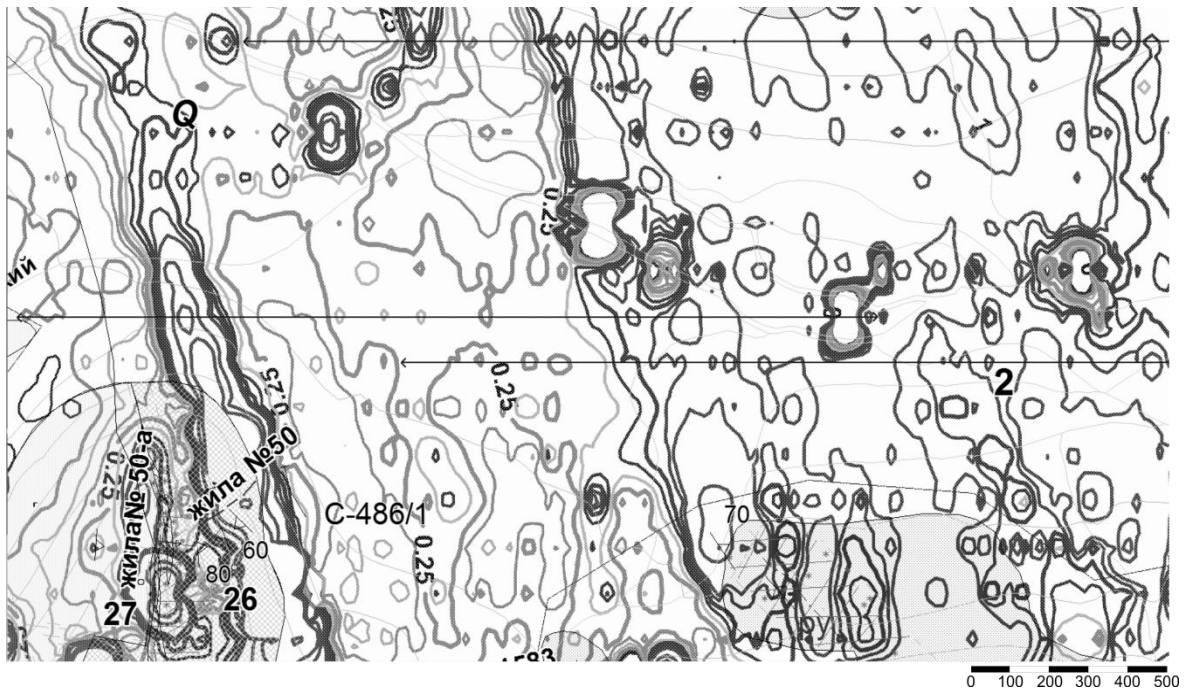


Рис. 1. Результаты применения комплексного параметра металл-фактор MF на территории Келяно-Ирокиндинской рудной зоны

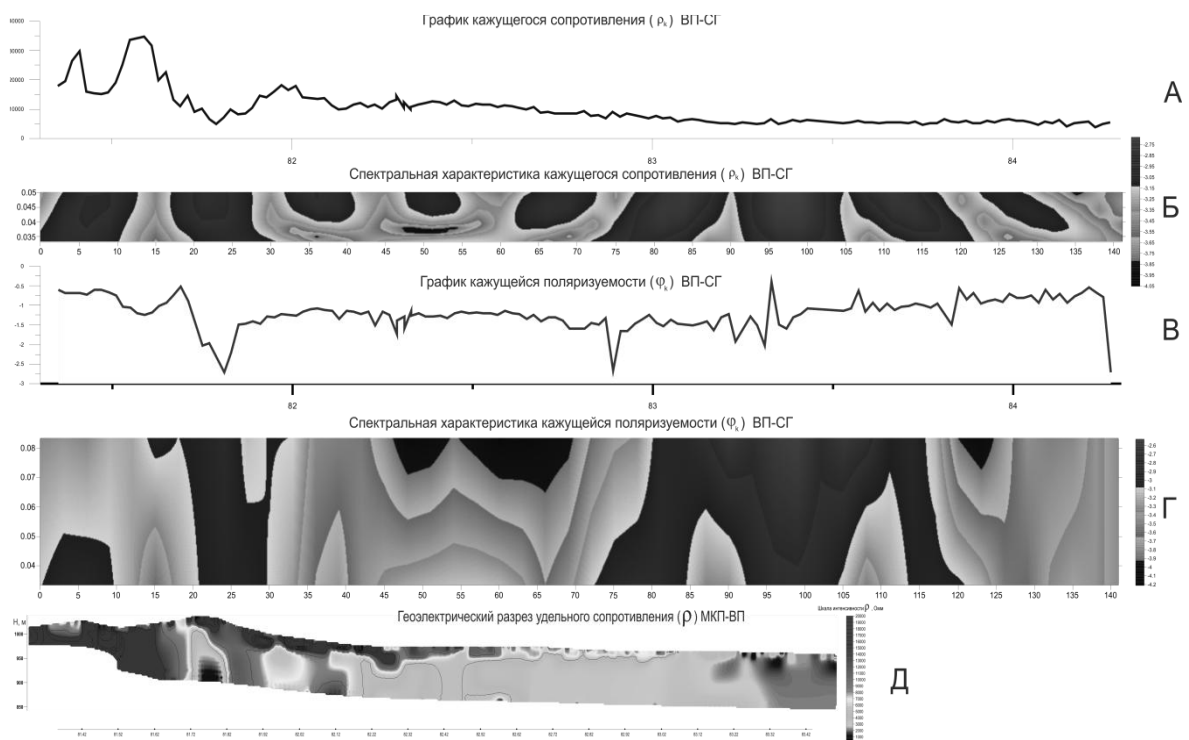


Рис. 2. Сравнение результатов спектрального анализа графиков кажущегося сопротивления (А,Б) и вызванной поляризации (В,Г) метода ВП-СГ с разрезом удельного сопротивления по результатам электротомографии (Д)

По одному из профилей был проведен экспресс-анализ результатов ВП-СГ, основанный на профильном вейвлет-анализе скалярных пространственно-временных рядов. По результатам анализа возможно получить информацию об амплитудно-частотной пространственно-временной характеристике полученных рядов,

выделить необходимые изменения регистрируемого сигнала, оценить и снизить влияние таких имеющихся в сигнале помех, как геологический шум или ошибки регистрации, попадающие в область фильтрации. Использование спектрального подхода для анализа результатов электропрофилеирования ВП-СГ также позволяет получить качественную оценку геологической среды, основанную на выделении в спектре аномалий, возможно, связанных с геологическими объектами (рис 2). На данный момент происходит набор статистических данных с целью оценки практической возможности реализации данного подхода. Основой проведения данной работы является сравнение полученных разрезов амплитудно-частотных характеристик и имеющихся в наличии результатов комплексных геофизических и горно-буровых работ.

Применение комплексных параметров и использование спектрального анализа полученных результатов, позволяет минимизировать затраты на моделирование и инверсию данных электропрофилеирования на постоянном токе и качественно проинтерпретировать имеющиеся данные.

Литература

1. Инструкция по электроразведке // Под ред.: Франтова Г.С. – Л.: Недра, 1984. – 352 с.
2. Вешев А.В. Электропрофилеирование на постоянном и переменном токе / 2-е изд., перераб. и доп. – Л.: Недра, 1980. – 391 с.
3. Комаров В.А. Электроразведка методом вызванной поляризации. – Л.: Недра, 1980. – 344 с.
4. Татьков Г.И., Бадерин А.М., Тубанов Ц.А., Татьков И.Г. Результаты применения метода многоразностного комбинированного электропрофилеирования для поисков золоторудных тел в условиях альпийского рельефа Прибайкалья // Золото северного обрамления Пацифика: Материалы II междунар. горно-геологического форума (9-12 сент. 2011 г., Магадан). – Магадан, 2011. – С. 57-58.

ГИДРОДИНАМИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ В СКВАЖИНАХ: ГЕОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКИЙ АСПЕКТ

Д.Р. Шайхиев

Научный руководитель доцент Г.Г. Номоконова

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет,
г. Томск, Россия*

В условиях сокращения и ухудшения доступности минерально-сырьевой базы нефтегазодобычи, повышения доли трудноизвлекаемых запасов важнейшим является решение вопроса использования достоверной геолого-геофизической информации для реальной оценки извлекаемых (рентабельных) запасов углеводородов.

Современная российская нефтегазодобывающая промышленность уже исчерпала возможности добывать углеводороды из высококлассных (мощных, высокопроницаемых и низкообводненных) коллекторов, зачастую в разработке остаются залежи, находящиеся на поздней стадии разработки, в большинстве случаев представленные неоднородными пластами (Лукиянов, Тренин, Деревягин, 2008). Разработка нефтегазовых месторождений часто характеризуется неполной выработкой и ограниченным включением в разработку эффективных толщин пласта. В этом случае приток из низкопроницаемых продуктивных пропластков обычно очень слабый или вовсе не отмечается. Приобщение их к разработке позволяет повысить добычу нефти и увеличить коэффициент извлечения нефти.

Одним из основных требований разработки нефтяных месторождений является обеспечение базовой добычи нефти. Данная задача решается за счет максимальной эффективности технологических решений при минимальных затратах на их реализацию, что неотъемлемо связано с определением коллекторских свойств и изучением фильтрационных параметров продуктивных коллекторов и мониторинга энергетического состояния залежи. Оценку фильтрационных параметров коллектора дает качественные результаты гидродинамических исследований скважин (ГДИС) и пластов, которые отражают непосредственный процесс фильтрации жидкости в пластовых условиях и позволяют получить усредненную информацию о значительной части пласта. Мониторинг энергетического состояния залежи обеспечивают гидродинамические исследования в период стационарного состояния скважины, отражающего пластовые давления в зонах дренирования добывающих и нагнетательных скважин. В соответствии с текущими задачами разработки месторождений при выборе скважин-кандидатов на проведение ГДИС часто сталкиваются с проблемой значительных ограничений по лимиту потерь добычи нефти.

Данная проблема особо остро стоит при планировании комплексных геолого-технических мероприятий. Очевидно, что комплекс геолого-технических мероприятий (ГТМ), проводимый на базовом фонде скважин, направлен на решение двух проблем – обеспечение и поддержание дебита жидкости на необходимом (проектном) уровне и снижение преждевременного обводнения скважин. Одним из способов обеспечения проектного уровня добычи является использование гидроразрыва пласта (ГРП) и контроль за объемами закачки в соседних нагнетательных скважинах (недопущение и контроль за образованием в них в условиях повышенных репрессий незакрепленных трещин гидроразрыва).

Информационной основой разработки месторождений и планирования ГТМ являются исследования скважин, среди них основными являются геофизические исследования (ГИС) и ГДИС. Геофизические методы обеспечивают информационную основу для контроля выработки продуктивных пластов. Только комплексирование ГИС и ГДИС позволяет составить полное представление о текущем состоянии объектов разработки – текущих нефтенасыщенных толщин, их проницаемости и энергетическом состоянии.

Важным с точки зрения разработки месторождения является построения карт пластового давления и проницаемости (Латыпов, Давлетбаев, 2011). Данный этап определения текущих добычных возможностей месторождения начинается с обработки данных ГИС и построения (уточнения, пересмотра) петрофизических зависимостей основных объектов месторождения, сравнение карт начальных нефтенасыщенных толщин и карт остаточных начальных нефтенасыщенных толщин. В дальнейшем карты толщин коллектора, нефтенасыщенных толщин, проницаемости, полученные по геологическим данным, корректируются с учётом показателей работы скважин. Спектр решаемых задач при помощи ГДИС очень широк и присутствует на каждом этапе разработки месторождения.

Важнейшую роль в этом процессе играют данные ГДИС, полученные по результатам испытания разведочных скважин. Оценка площади дренирования пласта разведочной скважиной крайне важна для уточнения данных сейсморазведки, подсчета запасов углеводородов и планирования дальнейших геологоразведочных работ на перспективной нефтегазоносной площади (Сова, 2009). Для определения параметров продуктивного пласта используется кривая восстановления пластового давления (КВД), записанная после работы скважины на режиме с определенным дебитом. Добычные возможности скважины оценивают с помощью проведения исследований на притоке, что также позволяет получить средневзвешенное пластовое давление. Небольшие изменения в величине начального пластового давления (приближение его к средневзвешенному) приводят к существенным изменениям в площади дренирования скважины, что играет важную роль при дальнейшей разработке месторождения.

На стадии разработки месторождения ГДИС является основным источником получения информации о пластовом давлении разрабатываемой залежи. В большинстве случаев область практического применения понятия пластового давления в процессе управления разработкой пласта можно разделить на две составляющие (Хасанов, Краснов, Мусабилов, Юдин, 2010).

Во-первых, понятие «пластовое давление» используется при прогнозе потенциального дебита скважины и, в частности, при оценке эффекта от оптимизации параметров ее работы. При использовании результатов индикаторной диаграммы нужно отметить, что этот метод основан на рассмотрении одиночной скважины, как если бы она была единственной в пласте. При этом единственная точка, которая не меняется ни при изменении забойного давления, ни при изменении коэффициента продуктивности – это давление, соответствующее нулевому дебиту. Это давление называют «пластовое давление».

Во-вторых, термин «пластовое давление» определяет интегральное энергетическое состояние пласта в целом или по участку (Хасанов, Краснов, Мусабилов, Юдин, 2010). Практический интерес представляет задача локализации проблемных участков в системе разработки: низкое пластовое давление обычно означает наличие проблем с закачкой, тогда как высокое пластовое давление сигнализирует о необходимости оптимизировать добывающий фонд. Чем дольше работает скважина после определения мгновенного давления с измененным режимом (по сравнению с существующим на момент исследования), тем сильнее отклонение от индикаторной диаграммы. Таким образом, мгновенное пластовое давление – величина исключительно расчетная.

Результаты ГДИС играют важную роль при планировании, осуществлении и мониторинге ГРП на добывающих и контроле авто-ГРП на нагнетательных скважинах (Асмандияров, 2011; Никитин, Латыпов, Хайдар, Борисов, Пестриков, Колесников, 2011).

При проектировании гидравлического разрыва пластов в сложных геологических условиях в первую очередь требуется оценить геометрию трещины ГРП. Прогнозируемая геометрия трещины ГРП является основным критерием для определения количества закачиваемого пропанта и выбора метода обработки пласта. На данном этапе комплексирование результатов ГДИС и ГИС дает очень хорошие результаты. Самыми значимыми методами ГИС при прогнозе трещины ГРП оказываются нейтронный и гамма-каротаж, а также каротаж самопроизвольной электрической поляризации (ПС). При разработке дизайна ГРП единственное, что может привести к успешному прогнозу – адекватная модель механических и фильтрационных свойств, а также корректный расчет напряжений. Использование данных специальных ГИС и исследований механических свойств керна обеспечивает более достоверное моделирование процессов ГРП и, как следствие, позволяет оптимизировать систему разработки.

После проведение ГРП на скважинах, в случае не достижения плановых показаний по добыче в обязательном порядке проводят КВД. Проведение ГДИС на скважинах с ГРП имеют ряд особенностей. Радиальный приток проявляется в виде линейной зависимости давления от логарифма времени или «плато» на графике логарифмической производной после билинейного и линейного течения. Для скважин с ГРП «плато» часто наступает после наступления радиального притока в скважину. Применение классического метода интерпретации с выделением «плато» для скважин в системе разработки низкопроницаемых пластов во многих практических случаях невозможно.

Большую информативность ГДИС имеют на нагнетательных скважинах. Анализ кривой падения давления при нагнетании является одним из простых методов определения зоны заводнения скважины без ГРП после ее перевода в систему поддержания пластового давления (ППД) и эффекта авто-ГРП. Радиус зоны заводнения оценивается по радиально-компазитной модели пласта, а эффект авто-ГРП выявляется на основании анализа логарифмического графика и поведения производной давления. Из анализа множества практических кривых был сделан вывод о том, что точка перегиба на кривых падения давления может возникать как за счет сокращения длины, так и за счет сокращения высоты перед смыканием трещины (Дж. Ванн ден Хоук, Волчков, Бургос, Масфри, 2006).

Так как спектр решаемых задач при разработке месторождений велик, комплексирование ГДИС и ГИС дает хороший результат для получения более широкого спектра данных и информации об объекте разработки. В

качестве практического примера комплексирования можно привести совместное проведение ГИС и ГДИС на нагнетательной скважине. После перевода добывающей скважины с ГРП в систему ППД, на ней были проведены промыслово-геофизические исследования, по результатам термометрии была выявлена заколонная циркуляция в подошве пласта. Было принято решение провести на данной скважине ГДИС, по результатам которого на диагностическом графике был установлен эффект “схлопывания” трещины ГРП. Данный эффект привел к уменьшению закрепленной высоты трещины ГРП, в результате чего закачиваемая вода системы ППД и привела к заколонной циркуляции.

При комплексировании гидродинамических методов и геофизических методов возникает проблема, если спектр решаемых задач касается значения проницаемости. В большинстве случаев данные проницаемости пласта на разных стадиях разработки месторождений различны.

Для построения количественно адекватного профиля вертикального распределения проницаемости требуется решить задачу интегрирования в единую модель данных, полученных при анализе керна, испытании пластов, расходомерии, ГИС при измерениях на различных масштабах. При этом следует учитывать тот факт, что анализ керна проводится в лабораторных условиях и полученные данные проницаемости разнятся с проницаемостью пласта в реальных условиях. При анализе керна определяется абсолютная проницаемость, а при интерпретации ГДИС - эффективная проницаемость, которая в большей степени соответствует реальной насыщенности пласта. Таким образом, возникает необходимость в калибровке оценок проницаемости, полученных по данным ГИС. При комплексировании макромасштабных (по ГИС) и мегамасштабных (по ГДИС) оценок проницаемости в рамках единой модели необходимо добиться того, чтобы для каждой скважины средняя по толщине пласта проницаемость, определенная по данным ГИС, была равна средней по толщине пласта проницаемости, определенной по результатам ГДИС или по данным нормальной эксплуатации скважин. Таким образом, значения средней проницаемости, определенные по данным ГДИС или нормальной эксплуатации, признаются эталоном, с помощью которого калибруются данные ГИС.

При всем спектре решаемых задач с помощью гидродинамических исследований скважин, особое внимание следует уделять подбору скважин-кандидатов для проведения ГДИС. Успешный подбор скважин несет за собой как экономические выгоды (минимизация потерь по добыче в добывающих скважинах и потерь по закачке в нагнетательных скважинах), так и выгоды с точки зрения геологии, что является основой для мониторинга и разработки месторождения. Для успешного выбора скважин-кандидатов для проведения ГДИС важнейшую роль играет геолого-геофизическая информация по скважине и наилучший результат достигается в том случае, когда есть возможность комплексирования с ГИС. Только в этом случае можно добиться оптимизации процесса разработки месторождения и уменьшить экономические затраты на проведение ГДИС.

ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ РАБОТ НА ОДНОМ ИЗ ДЕТАЛИЗАЦИОННЫХ УЧАСТКОВ ВАСИЛЬЕВСКОГО ЗОЛОТОРУДНОГО УЗЛА (ИРКУТСКАЯ ОБЛАСТЬ).

Д. М. Шарафиев, И. М. Шарафиев

Научные руководители профессор Л.Я. Ерофеев, доцент А.Н. Орехов

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Актуальность настоящей работы обусловлена в первую очередь тем, что в последние 100 лет мировая добыча золота возросла более чем в 5 раз - с 500 т. в 1914 г. до 2809,5 т. в 2011 г., так как золото является важнейшим элементом мировой финансовой системы, и потребность в нем растет с каждым годом. При этом примерно 8-10% от общей мировой добычи приходится на месторождения, локализованные в черносланцевой формации, которые по суммарным запасам золота уступают лишь месторождениям Витватерсранда (ЮАР) [3]. Именно поэтому промышленное освоение, а значит поиски и разведка, а также создание научных основ для оперативной оценки геофизическими методами, в том числе, ресурсов и запасов месторождений такого типа особенно важны.

Бодайбинский район является одной из крупнейших золоторудных провинций России, которая известна с 17 века. В административном плане Васильевский золоторудный узел располагается в Бодайбинском районе, а именно, в центральной части Байкало-Патомского нагорья Иркутской области, на границе с Бурятией на юге и Якутией на востоке и на севере. По мнению многих специалистов, перспективы обнаружения крупных золоторудных объектов в пределах данного района весьма велики [1]. Золоторудная минерализация на территории данного района локализована в черносланцевых толщах, она приурочена к минерализованным зонам, появление которых связывается с наложенными гидротермально-метасоматическими процессами, которые, в свою очередь, должны отображаться в геофизических полях. Также значимые концентрации золота могут быть представлены еще двумя типами минерализации: кварц-сульфидным прожилково-вкрапленным и кварцево-жильным, которые контролируются глубинными тектоническими нарушениями. Эти два типа оруденения располагаются в пределах субширотных зон метасоматической проработки [2]. Если эти два типа оруденения пространственно совмещены, концентрация золота резко увеличивается.

Материал для выполнения исследовательской работы был получен в результате проведения детальных наземных геофизических работ на участке в пределах Васильевского золоторудного узла. Работы выполнены в масштабе 1:10000, основные результаты приведены на рисунке. В комплекс вошли следующие наземные геофизические методы:

-магнитометрические исследования, которые выполнялись по сети 5×100 м., с использованием магнитометра МИНИМАГ, для расчленения различных образований по магнитным свойствам, локализации

участков развития сульфидного оруденения, картирования областей развития гидротермально-метасоматических процессов, связанных с оруденением, а также для картирования тектонических нарушений по особенностям структуры магнитного поля;

– профилирование ВП на переменном токе на частоте 1.22 Гц, с использованием измерителя «МЭРИ-24» и генератора «АСТРА-100». Исследования проводились установкой А100М40N100В, по сети 100×20 м., позволившее расчлнить различные по удельному электрическому сопротивлению и поляризуемости образования, выявить области окварцевания, сульфидизации, а также оценить потенциальный масштаб сульфидного оруденения;

– метод естественного электрического поля, в модификации потенциала, с расстоянием между профилями 100 м. и шагом по профилю - 20 м., который использовался для выявления областей сульфидизации, а также, совместно с методом ВП служил для оценки потенциального масштаба сульфидного оруденения и для картирования тектонических нарушений по особенностям структуры поля;

– наземные гамма-спектрометрические исследования с расстоянием между профилями 100 м и шагом по профилю - 20 м с использованием гаммаспектрометров РКП-305, проводились для установления областей метасоматоза и калишпатизации.

Анализ результатов геофизических работ, производился с позиции априорной физико-геологической модели объекта поисков, для создания которой использовались геолого-геофизические и петрофизические материалы за 1978-80 г.г. и 2009-2010 г.г. Полученная априорная физико-геологическая модель отражает характерное взаимное соотношение аномалий физических полей друг относительно друга [4]. Установленную зональность можно считать эталонной для локализации золоторудного оруденения. Она имеет следующий вид:

- самой минерализованной зоне соответствует линейная отрицательная аномалия магнитного поля;
- линейные аномалии повышенной проводимости и поляризуемости, картирующие процессы сульфидизации и обуглероживания, несколько смещены в сторону относительно самой зоны;
- в эту же сторону смещена ось отрицательной аномалии естественного электрического поля, которое обусловлено теми же процессами;
- с другой стороны от оси аномалии магнитного поля проявлена область положительного естественного электрического поля, пространственно совпадающая с областью несколько повышенного сопротивления, что, скорее всего, говорит о том, что здесь проявлено окварцевание;
- здесь же зафиксированы аномалии распределения ЕРЭ калиевой природы, а именно повышенные значения калия и тория, при том, что значения последнего несколько смещены относительно значений калия, что говорит об их разной подвижности в гидротермальном процессе.

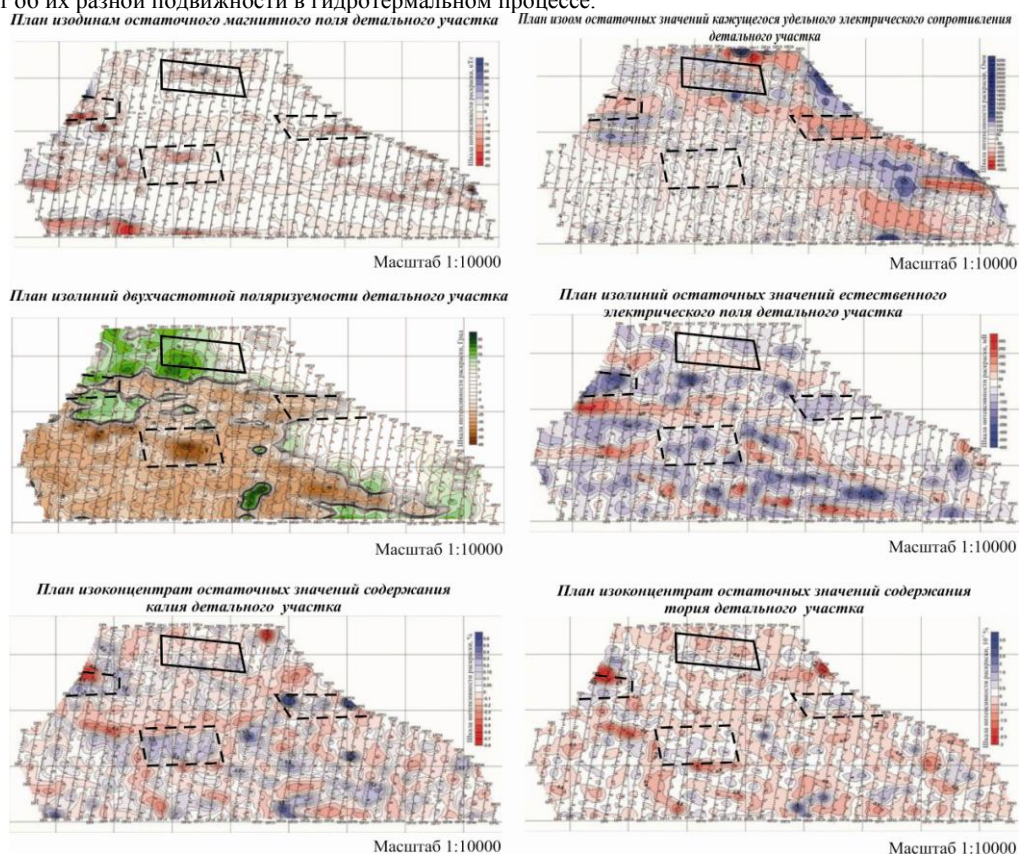


Рис. Физические поля детализационного участка

В результате комплексной интерпретации всех полученных физических полей сформулированы основные выводы:

1. Особенности структуры физических полей участка позволяют уверенно разделить его на две части – северную, скорее всего сложенную образованиями догалдынской свиты и южную - сложенную образованиями анангрской свиты, которые являются интенсивно обуглероженными, имеют, скорее всего, субвертикальное падение и характеризуются повышенной радиоактивностью.

2. Кроме того, особенности морфологии физических полей участка обусловлены наличием крупной субмеридиональной зоны, имеющей мощность около 1 километра. Внутри неё поля выровнены, аномалии как бы «съедены». Это позволяет говорить о том, что эта зона служила проводником гидротерм и контролировала интенсивные гидротермально-метасоматические процессы.

3. В пределах участка детализации выделяется несколько потенциально перспективных областей, которые характеризуются взаимным соотношением аномалий физических полей друг относительно друга. Одна из этих областей была изучена более детально. В результате этих работ, установлено наличие проявления гидротермально-метасоматических изменений пород данной области, однако, эти породы обладают низкой минерализацией. Это говорит о том, что процессы, которые привели к минерализации, были слабо проявлены.

Литература:

1. Иванов А.И. Опыт прогнозирования, поисков и оценки новых золоторудных месторождений в Бодайбинском районе. // Отечественная геология. – М., 2008. – №6. – С. 11-16.
2. Кучеренко И.В., Гаврилов Р.Ю., Мартыненко В.Г., Верхозин А.В. Структурно-динамическая модель золоторудных месторождений образованных в несланцевом и черносланцевом субстрате. Ч. 2. Месторождение Чертово Корыто (Патомское нагорье). // Известия Томского политехнического университета. – Томск, 2009. – Т. 314. – №. 1. – С. 23-38.
3. Сафонов Ю.Г. Золоторудные и золотосодержащие месторождения мира - генезис и металлогенический потенциал. // Геология рудных месторождений. – М., 2003. – Т. 45- , №2 – С. 305-320
4. Шарафиев Д.М. Гаврилов М.Н. О геофизических критериях золотоносности на примере участка «Продольный» (Бодайбинский район Иркутская область). // Проблемы геологии и освоения недр: Труды XV Международного симпозиума имени академика М.А.Усова. – Томск, 2011. – Т.1. – С. 351 –352.

МОДЕЛИРОВАНИЕ СЕЙСМИЧЕСКИХ ТРАСС ПО ДАННЫМ АКУСТИЧЕСКОГО КАРОТАЖА НА СЕВЕРО-ОСТАНИНСКОЙ ПЛОЩАДИ

А.А. Шатская

Научный руководитель доцент Д. Ю. Степанов

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г.Томск, Россия

Целью работы является сравнение различных алгоритмов моделирования и определение из них оптимального для выполнения стратиграфической привязки отражающих горизонтов по данным сейсморазведки методом общей глубинной точки (ОГТ). Для этой цели применялось одномерное моделирование – построение синтетических трасс по данным акустического каротажа. Для поиска эффективного и корректного решения задачи моделирование проведено сопоставлением построений в двух программных средствах. Один из способов реализован в программе The Kingdom Suite 7.4. Другой разработан на кафедре прикладной математики Института кибернетики НИ ТПУ в программе MatLab, и включает: вычисление формы импульса, построение трассы коэффициентов отражений и их свертку с целью получения синтетических сейсмограмм.

При построении синтетической трассы используются следующие данные: кривая акустического каротажа dT ; реальная сейсмическая трасса ОГТ, скоростной закон, справедливый для данной территории.

Первое, что необходимо для построения синтетических трасс - определить форму исходного сигнала [1]. Теоретическая форма импульса, является общим случаем и чаще всего не соответствует конкретным условиям возникновения сейсмического сигнала. Поэтому целесообразно и более корректно использовать извлечение формы импульса из реальной трассы. Интервал извлечения подбирается с учетом того, что форма импульса, проходя через толщу пород, изменяется, т.е. на интересующей нас глубине будет не такой, как на поверхности. На примере разведочной скважины Северо-Останинской-2 подбирались формы импульса на различных интервалах. Наибольший коэффициент корреляции получается, если брать интервал времен примерно 0,5-2,5 секунды, т.е. исключая влияние приповерхностной зоны и глубинных слоев фундамента, где сейсмический разрез сильно дифференцирован и не формирует четких отражающих горизонтов.

Алгоритмы вычисления границ пластов, пластовых скоростей и коэффициентов отражения в инструкции к программе Kingdom не приводятся. Невозможно сделать экспорт пластовых скоростей, чтобы оценить их значения. В результате свертки получается синтетическая трасса, хорошо совпадающая с реальной по форме колебаний, что подтверждается высоким коэффициентом корреляции – в среднем 0,7-0,8.

Второй способ моделирования заключается в следующем. Для определения границ пластов по кривой dT в программе применяется кусочно-линейная аппроксимация, которая выполняется по алгоритму: рассчитывается годограф акустической волны из кривой dT по формуле $t_{i+1} = t_i + dT_i$. Определяются значения коэффициентов А, В и С для уравнения прямой $Ax + By + C = 0$, затем находится расстояние от каждой из точек годографа до этой прямой по оси времени. Если максимальное из этих расстояний не превышает заданную погрешность ϵ , проводим прямую через точки k и m . Участки годографа, аппроксимируемые прямыми, будут

соответствовать пластам, а точки k и m , в которых прямая меняет направления – границам пластов. Изменяя точность аппроксимации ϵ , можно получить различные границы пластов и, соответственно, различные синтетические трассы. Далее оцениваются коэффициенты отражения на границах пластов. Расчёт синтетической трассы выполняется путем свертки коэффициентов отражения с автокорреляционной функцией реальной трассы.

Можно судить о том, что моделирование проведено успешно, если выполняются два условия: 1) коэффициент корреляции между реальной и синтетической трассой относительно высок и приближается к единице; 2) полученные при аппроксимации границы пластов, а также соответствующие им коэффициенты отражения совпадают с границами пород по литологии, построенной по комплексу ГИС [2].

Для оценки коэффициента корреляции в методе MatLab используется кривая, показывающая корреляцию трасс на отдельных участках. Общий коэффициент для всей длины трассы в среднем составляет 0,3-0,5. В программе Kingdom коэффициент отражения вычисляется общий, и для моделей скважин Северо-Останинской площади составляет 0,6-0,8, что является показателем хорошей корреляции между реальной и синтетической трассами. Относительно синтетики, построенной другим методом, можно сказать, что она практически везде совпадает с реальной, также близки и величины амплитуд.

При проведении сопоставления коэффициентов отражения, полученных разными методами, обнаруживается, что в программе, реализованной в MatLab, они строятся по перепадам кривой АК и совпадают с границами пластов по литологии, чего сложнее добиться в программе Kingdom 7.4. Особенно хорошо это видно, когда в толще пород встречаются пласты углей, в которых скорость пробега волны существенно меньше. На границах с углями коэффициенты отражения имеют высокие значения. Также четко выявляется граница коры выветривания и палеозойских отложений (рис.).

Коэффициенты отражения из программы Kingdom выгружаются во временном масштабе с равным шагом в 2 мс, что соответствует в среднем 3-5 м по глубине. Такой масштаб не обеспечивает требуемой детальности отражающих границ, т.к. в основном, мощность пластов углей составляет 0,7-2 м, редко больше. По этим данным невозможно корректно определить границы пластов, кроме того, они не соответствуют и колебаниям кривой dT. Механизм построения трассы коэффициентов отражения в программе Kingdom не ясен. Можно сделать вывод, что не выполняется смысл моделирования – по скважинным акустическим данным получить близкую к реальной синтетическую трассу. Похожая синтетическая трасса получается, но неизвестно, какую роль в этом выполняет акустический каротаж, т.к. коэффициенты отражения, по определению получаемые из акустики, совершенно с ней не согласуются.

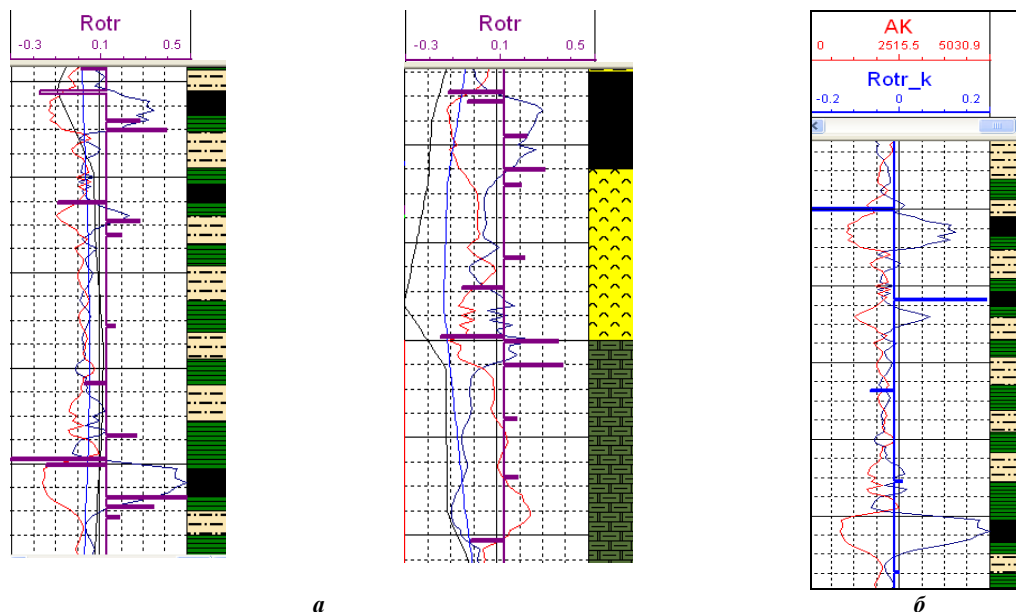


Рис. Сравнение литологической колонки и коэффициентов отражения, полученных а) в MatLab, б) в Kingdom

Таким образом, синтетические трассы, построенные в программе Kingdom, несмотря на высокие коэффициенты корреляции, являются недостоверными, т.к. коэффициенты отражения не соответствуют литологии. Поэтому для одномерного моделирования более эффективно применять алгоритм, разработанный в MatLab. В результате его использования получаются близкие к реальным коэффициенты отражения и синтетические трассы.

Восстановление формы сейсмического сигнала для продуктивных интервалов разреза является важным звеном интерпретационного процесса в сейсморазведке. Высокоточные построения синтетических сейсмических трасс становятся основой эффективного решения задач прогноза фильтрационных и емкостных параметров коллекторов. Проведённые автором исследования позволили изучить точностные параметры разработанных

разными авторами программных комплексов, доказать эффективность и надёжность программных средств, реализованных в MatLab и рекомендовать разработанный комплекс для производственного применения.

Литература

1. Гогоненков Г. Н. Расчет и применение синтетических сейсмограмм — М.: Недра, 1972. — 140 с.
2. Бондарев В. И. Сейсморазведка — Екатеринбург : Изд-во Уральского ГГУ, 2007. — 690 с.

СЕЙСМИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ЗАПАДНОГО СКЛОНА УРАЛА

Т.Л. Шихова

Научный руководитель доцент Е.С. Ворожев

Уральский государственный горный университет, г. Екатеринбург, Россия

В настоящее время большой интерес для нефтегазовой геологии представляет область сочленения Восточно-Европейской платформы и Уральского складчатого пояса. Наиболее перспективными для изучения являются участки земной коры, в которых можно наблюдать поверхности несогласия, так как они являются потенциальными экранами для углеводородов.

Одним из направлений изучения таких областей является сиквенс-стратиграфия [1,2]. Сиквенс - событийно обусловленная ячейка стратисферы, которая в зародыше содержит основные свойства более крупных геологических объектов, что стимулирует системный подход в исследованиях осадочных чехлов. Внедрение в практику геологических исследований сейсморазведки позволило просматривать и наблюдать внутреннюю структуру сиквенса и приблизиться к разрешению исконной для геологии проблемы - воссозданию полномасштабного геологического пространства.

Основные положения сиквенс-стратиграфии изложены в ряде работ, в том числе современных исследователей. Одной из новейших публикаций в данной области является труд А.Эмбри [5], в которой предложен системный подход к разделению несогласий по определенным признакам. Автор выявил сочетание физических характеристик, которые позволяют определить и разграничить стратиграфические слои на основе различных исходных данных. Исходя из предложенного метода в правой части временного мигрированного разреза по Шалинскому профилю в отложениях девона и карбона выделены основные составляющие сиквенса (рис).

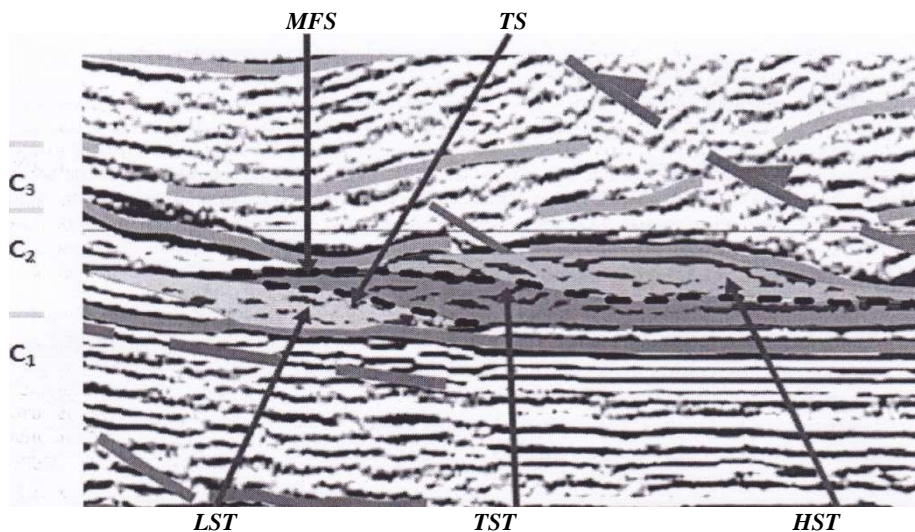


Рис. Выделение основных поверхностей несогласия на фрагменте Шалинского профиля

Трансгрессивный тракт (TST) формируется при быстром подъеме уровня моря, который вызван опережающим эвстатическим повышением уровня моря над тектоническим поднятием. Характеризуется мелкозернистыми трансгрессивными отложениями. В процессе тракта высокого стояния (HST) происходит медленный рост уровня моря, сопровождающийся медленным опусканием. Осадки накапливаются быстрее роста объема аккомодационного пространства.

Тракт низкого стояния уровня моря (LST) формируется при падении уровня моря до наименьшего состояния и осушения шельфа. Основная седиментация происходит за счет быстрого транспорта обломочного материала в область подножья континентального. При этом осадконакопление осуществляется в глубоких частях бассейна, где формируются донный конус выноса. Его накопление связано с действием эрозионных каналов на

склоне и врезанных долин на шельфе. Склоновый конус выноса представлен зерновыми потоками, формирующимися в средней части или ближе к основанию склона.

Трансгрессивная система трактов [TST] формируется при подъеме уровня моря над бровкой шельфа в условиях общей трансгрессии. Осадочный материал откладывается на шельфе, и фронт седиментации движется в сторону континента в виде трансгрессивной серии. В зашельфовой области вследствие дефицита осадков образуется глинистый конденсированный разрез. Подошва этого фронта именуется трансгрессивной поверхностью [TS]. Она представляет собой поверхность максимального затопления [MFS], которая маркирует начало трансгрессии, выражающейся в смещении береговой линии в сторону суши.

При плавном достижении высокого стояния уровня моря наступает состояние систем трактов высокого стояния [HST]. Море стабильно затопляет шельфы, которые перекрываются осадочным материалом. Подошва HST является поверхностью максимального затопления территории [MFS].

Существуют обстановки, в которых замедление скорости подъема относительного уровня моря и его стабилизация не сопровождаются осушением шельфа и перемещением осадочного пространства в бассейновую часть. В связи с этим в сиквенсе может отсутствовать типичный тракт низкого стояния LST, а вместо него при наиболее низком положении уровня моря формируется окраинно-шельфовый тракт [shelf-margin systems tract]. Его формирование происходит в том случае, когда зона затопленного шельфа уже насыщена осадочным материалом, обломочный материал в основном транспортируется в зону континентального склона и к его подножью [5].

Наиболее интересными для выделения поверхностей несогласия являются отложения девона и карбона, образованные на рассматриваемой территории.

Эмско-гурнейское время характеризуется общей трансгрессией в условиях неравномерных восходящих и нисходящих движений. Впадины заполняются красноцветными карбонатно-терригенными отложениями переменной мощности. Они неравномерно перекрываются карбонатными и кремнисто-карбонатными (доманиковыми) отложениями. В западной части региона формируются рифовые постройки. Этап завершается частными поднятиями раннегерцинской поверхности.

В визейско-гжельское время в прогибах происходит накопление мощных карбонатных толщ. На бортах впадин образуются клиноформы, в пределах которых, как и в поднятиях, преобладают песчано-глинистые, участками угленосные отложения. Воздымания, связанные с началом орогенных процессов на Урале, сопровождаются накоплением относительно выдержанных по латерали песчаных горизонтов. В последующем формируются протяженные поднятия и валы, осложненные локальными поднятиями.

С верхнего карбона на данной территории начался орогенный этап. Расположенная здесь молодая складчатая система поставила обломочный материал в морской бассейн, сохранившийся на западном склоне, который представлял собой обширный предгорный прогиб. По мере продолжающихся поднятий прогиб постепенно мигрировал к западу, в сторону Русской плиты, как бы "накатываясь" на нее. Произошло формирование шарьяжных структур, которые являются продуктивными толщами [3].

В составе нижнего карбона распространены морские мелководные карбонатные отложения шельфовой зоны, подчиненное значение имеют терригенные комплексы, в составе которых присутствуют угленосные отложения. В карбонатном разрезе преобладают органогенно-детритовые известняки, реже прослои доломитов, иногда встречаются доломитизированные, глинистые известняки с прослоями аргиллитов. В кремнисто-карбонатной толще среди известняков присутствуют прослои кремнистых пород: полосчатых и пятнистых кремнистых алевролитов, кремней и спонголитов, реже встречаются маломощные прослои кварцевых песчаников.

Карбонатные толщи башкирского яруса сложены большей частью органогенно-обломочными и детритовыми известняками, с прослоями доломитов. В восточной части района среди известняков отмечаются линзовидные прослои. В московском ярусе помимо известняков и доломитов встречаются прослои мергелей, аргиллитов, алевролитов и реже песчаников. Вверх по разрезу в составе московского яруса преобладают карбонатные отложения Разрез верхнего карбона выделяется в объеме касимовского и гжельского ярусов. Преобладающее распространение имеет карбонатный тип разреза, представленный устойчивой ассоциацией известняков и доломитов.

Складчатый Урал представляет собой крупную потенциально нефтегазоносную область, где могут быть открыты новые скопления углеводородов. Во второй половине прошлого столетия было установлено шарьяжно-надвиговое строение Урала, резко повысившее его нефтегазовый потенциал. Выяснилось, что Зилаирский синклиниорий Южного Урала надвинут на Предуральский краевой прогиб на десятки километров. На глубинах около двух километров под флишеидными породами верхнего девона скважины вскрыли отложения нижнего и среднего карбона, а также среднего и верхнего девона, представленные карбонатными формациями платформенного и субплатформенного типов, региональная нефтегазоносность которых установлена в платформенной части Волго-Уральской области [4]. Наиболее интересен подход, основанный на сиквенс-стратиграфических построениях, так как перспективными являются области, ограниченные несогласиями и тектоническими нарушениями.

Литература

1. Габдуллин Р.Р., Копаевич Л.Ф., Иванов А.В., Секвентная стратиграфия: Учебное пособие. – М.: МАКС Пресс, 2008. 113 с.

2. Карогодин Ю. Н., Методологические вопросы литологии и секвенс-стратиграфии // Геология, геофизика, - М., 1996. – № 4 – С. 3-12.
3. Пучков В.Н., Палеогеодинамика Южного и Среднего Урала. – Уфа: Институт геологии Уфимского Научного Центра Российской Академии Наук, 2000. – 147с.
4. Ситчихин О.В. Строение и нефтегазоносность рифейских пород северо-востока Волго-Уральского бассейна (Пермский край)// Нефтегазовое дело, – М., 2009 – С. 50.
5. Embry A.F., Practical Sequence Stratigraphy. Canada Society of Petroleum Geologists, 2009. – 81 с.

ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ ИНФОРМАТИВНОСТЬ ДИНАМИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ПО ДАННЫМ СЕЙСМИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

О.В. Яковенко

Научный руководитель доцент В.П. Меркулов

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Одномерное сейсмическое моделирование сейсмических процедур является одной из важнейших процедур обработки сейсмических данных, позволяющих осуществить стратиграфическую привязку отраженных волн и многочисленные проблемы, связанные с интерпретацией данных. Синтетической сейсмограммой названа такая разновидность теоретических сейсмограмм, расчет которых базируется на тонкослоистой модели среды, основанной на данных каротажа [1].

Целью работы является выявление возможных корреляционных связей между параметрами пласта, полученными по данным керна и динамических атрибутов, рассчитанных по построенной сейсмической модели.

Задачами работы являются:

- построение геолого-петрофизической модели;
- построение теоретической волновой модели сейсмических трасс;
- расчет динамических параметров по данным сейсмической модели;
- корреляционный анализ полученных данных (параметров пласта и динамических атрибутов).

Объектом исследования выбрано Крапивинское месторождение углеводородов, расположенное на южном склоне Каймысовского свода, которое является сложно построенным и неоднородным по литологической характеристике и петрофизическим свойствам. На месторождении выполнен большой комплекс сейсморазведочных работ, проведены комплексные геофизические исследования скважин и детальный лабораторный анализ керна. Для решения поставленных задач проанализированы данные по 9 скважинам, разрезы которых типичны для месторождения.

Построение геолого-петрофизической модели включает сопоставление и привязку данных керна и ГИС, и построение модели распределения акустической жесткости и коэффициентов отражения. Наиболее тесную связь с параметрами пласта имеют следующие методы ГИС: метод РС (SP), гамма каротаж (GK), боковой каротаж (BK), индукционный каротаж (IK), градиент-зонд БКЗ (GZI). В ходе выявления зависимостей между данными керна и ГИС были получены уравнения связи по каждому методу ГИС и на их основе уравнение множественной корреляции. Затем были построены разрезы акустической жесткости для данных скважин и импульсные сейсмограммы. На основании составленной ранее петрофизической модели месторождения были смоделированы значения акустической жесткости по методам ГИС, имеющим наиболее тесную корреляционную связь со значениями акустической жесткости по данным керна. Наличие сред с различными физическими свойствами, т.е. с различными значениями акустической жесткости приводит к образованию границ раздела внутри среды, в результате чего происходит усложнение структуры волнового поля. Величины коэффициентов отражения зависят сложным образом от свойств среды и угла падения исходной продольной волны.

Для построения сейсмической модели с перебором импульсов сигнала необходимо рассчитать скорости распространения продольной волны по полученным связям ГИС-керна, определить время распространения волны и рассчитать модели распределения импульсов с различными частотами. Для расчета скоростей распространения продольных волн были использованы ранее полученные связи между скоростями, измеренными по данным керна и данными, полученными по различным методам ГИС. При создании синтетической сейсмограммы был выбран импульс Пузырева с несущими частотами 20, 30, 40, 50, 60 Гц. Данный импульс является быстро затухающим и нуль-фазовым, т.е. симметричен относительно основного экстремума, и время его регистрации соответствует времени вступления волны. Также у данного импульса половина длительности предшествует времени вступления волны.

При расчете динамических параметров по данным сейсмической модели, во временной области вычислялись средняя абсолютная амплитуда ($A_{cp.}$), разброс амплитуд или дисперсия (DA), среднее значение экстремума (A_{max}), разброс экстремумов (D_{max}), среднее значение периодов ($T_{cp.}$) и разброс периодов (DT) [2].

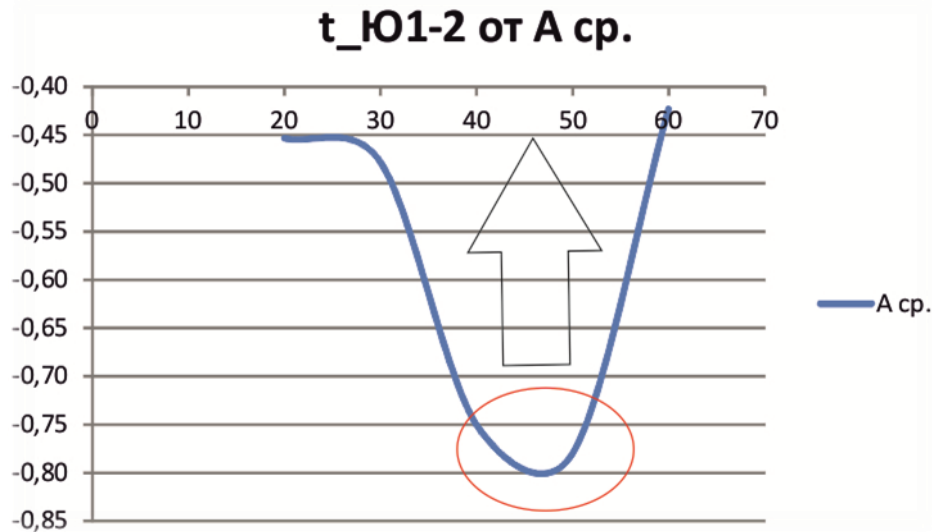


Рис. Кривая изменения коэффициента корреляции от частоты для зависимости временной мощности пласта от средней абсолютной амплитуды для сигнала с частотой 40 Гц

По результатам корреляционного анализа параметров пласта и полученных динамических параметров, самые тесные корреляционные связи имеют – время распространения волны в пластах «временная мощность пласта» ($t_{\text{Ю1-2}}$, $t_{\text{Ю1-3,4}}$) и коэффициент открытой пористости ($Kn_{\text{Ю1-2}}$, $Kn_{\text{Ю1-3,4}}$) для пластов-коллекторов Ю1-2 и Ю1-3,4. Наибольшее количество корреляционных связей для пластов Ю1-2 и Ю1-3,4 получило для следующих параметров пласта: время распространения упругой волны (t), затем по мере уменьшения количества корреляционных связей является коэффициент открытой пористости (Kn). Оставшиеся параметры пласта распределены следующим образом: параметр пористости (Pn), коэффициент глинистости (C_{2l}) и эффективная толщина ($h_{эф}$). В среднем для наиболее тесно связанных параметров коэффициент корреляции изменяется от 0,7 до 0,8. Самые тесные корреляционные связи наблюдаются среди следующих динамических атрибутов: средняя абсолютная амплитуда ($A_{\text{ср.}}$), разброс амплитуд или дисперсия (DA), среднее значение экстремума (A_{max}), разброс экстремумов (D_{amax}) и среднее значение периодов ($T_{\text{ср.}}$). Коэффициенты корреляции изменяются от 0,71 до 0,89.

В итоге следует отметить то, что по рассчитанным динамическим атрибутам возможно прогнозирование временной мощности пласта и коэффициента пористости. Но также можно использовать в расчетах такие параметры, как эффективная толщина пласта и параметр пористости, которые имеют закономерную тенденцию изменения в зависимости от рассчитанных динамических параметров, но незначимый коэффициент корреляции.

Также по полученным результатам, можно выделить тенденцию изменения количества зависимых параметров пласта и динамических атрибутов от частоты. Наибольшее количество тесно связанных зависимостей, характерно для частоты 40 Гц (рис.), затем для 20 Гц и 50 Гц, и наименьшее количество – для 30 Гц и 60 Гц.

Подводя итог, следует отметить:

Средняя абсолютная амплитуда ($A_{\text{ср.}}$), разброс амплитуд (DA), среднее значение экстремума (A_{max}) и разброс экстремумов (D_{amax}) – наиболее тесно связаны с характеристиками пластов Ю1-2 и Ю1-3,4. Также для пласта Ю1-3,4 достаточно тесной связью обладает среднее значение периодов ($T_{\text{ср.}}$).

По рассчитанным динамическим атрибутам возможно прогнозирование временной мощности пласта и коэффициента пористости.

Коэффициенты корреляции зависимостей характеристик пласта от динамических атрибутов изменяются с изменением частоты сигнала. Оптимальные результаты получаются при диапазоне частот 40-50 Гц, т.к. для этой частоты характерно наибольшее количество тесных корреляционных связей, далее по мере увеличения или уменьшения частоты, происходит уменьшение количества корреляционных зависимостей и коэффициентов корреляции. Данное изменение объясняется неустойчивой динамикой импульсов при высоких частотах.

Литература

1. Гогоненков Г.Н. Расчет и применение синтетических сейсмограмм — М.: Недра, 1972. — 140 с.: ил. — Библиогр.: С. 136-140.
2. Михальцев А.В., Мушин И.А., Погожев В.М. Обработка динамических параметров в сейсморазведке. – М.: Недра, 1990. - 189 с.: ил.

ИСКУССТВЕННОЕ ОРИЕНТИРОВАНИЕ СЕЙСМОПРИЕМНИКОВ В СИСТЕМУ КООРДИНАТ PRQ

Н.Г. Янковская

Научный руководитель доцент Д.Ю. Степанов

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г.Томск, Россия

В сейсмической разведке ставятся следующие основные задачи: определение положения геологических границ, прогнозирование вещественного состава и физического состояния горных пород по результатам наблюдений искусственно возбужденных колебаний земли (волнового поля). При решении перечисленных задач часто используется признак поляризации волн. Однако в литературе отсутствует математическая модель волнового поля, в которой в явном виде записаны параметры поляризации волн, а существующие алгоритмы можно применять только для идеальных условий приема.

Будем рассматривать волновое поле, которое регистрируется трехкомпонентными зондами при проведении вертикального сейсмического профилирования (ВСП) [1]. Трехкомпонентный зонд состоит из объединенных в одном корпусе вертикального и двух горизонтальных сейсмоприемников. Трехкомпонентная регистрация волнового поля в скважине позволяет определять направление колебания частиц горной породы во фронте сейсмической волны (поляризацию волн). Если колебание частиц во фронте волны происходит вдоль луча, то это продольная волна. Если колебания частиц происходят в плоскости перпендикулярной лучу, то это поперечная волна.

Представим математическую модель трехкомпонентной сейсмической записи колебаний в векторном виде [2]:

$$\vec{A}(t, \vec{\rho}) = \vec{S}(t, \vec{\rho}) + \vec{L}(t, \vec{\rho}), \quad (1)$$

где $\vec{S}(t, \vec{\rho})$ – полезная составляющая волнового поля; $\vec{L}(t, \vec{\rho})$ – помеха; t – временная координата; $\vec{\rho}$ – вектор пространственных координат. Полезную составляющую волнового поля в общем виде запишем как совокупность множества волн:

$$\vec{S}(t, \vec{\rho}) = \sum_{i=0}^{K-1} \vec{a}_i(\vec{\rho}) S_i(t - \Delta t_i(\vec{\rho})), \quad (2)$$

где $S_i(t)$ – нормированная к единице форма импульса волны; $\vec{a}_i(\vec{\rho})$ и $\Delta t_i(\vec{\rho})$ – вектор поляризации и время прихода (уравнение годографа) i -той волны в точке приема с координатами $\vec{\rho}$ соответственно; K – количество волн.

Рассмотрим прием колебаний трехкомпонентным ортогональным сейсмоприемником. Будем считать, что ось вертикального сейсмоприемника называется Oz, а оси горизонтальных приемников называются Ox и Oy. Если сейсмический зонд не оборудован системами ориентации, направление осей сейсмоприемников может быть произвольным: вертикальная ось Oz совпадает с направлением ствола скважины, а горизонтальные оси Ox и Oy могут поворачиваться при спуске-подъеме зонда.

Вектор, определяющий амплитуду и направление поляризации волны, запишем в виде:

$$\vec{a}(\vec{\rho}) = \langle x_a(\vec{\rho}), y_a(\vec{\rho}), z_a(\vec{\rho}) \rangle, \quad (3)$$

где $x_a(\vec{\rho}), y_a(\vec{\rho})$ и $z_a(\vec{\rho})$ – проекции вектора \vec{a} (амплитуда колебания) в соответствующих направлениях. Нормированный вектор поляризации можно представить следующим образом:

$$\vec{N}_i(\vec{\rho}) = \frac{\vec{a}(\vec{\rho})}{|\vec{a}(\vec{\rho})|} = \langle \cos \alpha(\vec{\rho}), \cos \beta(\vec{\rho}), \cos \gamma(\vec{\rho}) \rangle, \quad (4)$$

где $\cos \alpha(\vec{\rho}), \cos \beta(\vec{\rho})$ и $\cos \gamma(\vec{\rho})$ – направляющие косинусы вектора \vec{a} .

Результат измерений сейсмическим приемником в некоторой точке $\vec{\rho}$ представим в виде:

$$\vec{A}(t) = \langle A_x(t), A_y(t), A_z(t) \rangle, \quad (5)$$

где $A_x(t), A_y(t), A_z(t)$ – записи соответствующих сейсмоприемников. В связи с тем, что направление сейсмоприемников произвольно, компоненты A_x, A_y, A_z будут содержать в общем случае интерференцию продольных и поперечных волн. Для разрешения интерференционных колебаний используют различные методы, основанные на различии кинематических параметров волн. В данной работе для разделения продольных и поперечных волн воспользуемся свойством ортогональности их поляризации.

В работе [1] применяют процедуры искусственного ориентирования сейсмоприемников в систему координат PRQ. Однако приводится такое преобразование систем, в котором реализована только процедура поворота осей Ox и Oy. По такой системе можно исследовать поляризацию волн, но разделить продольные и поперечные волны невозможно. Считается, что P-волна несет наибольшую энергию и, следовательно, направление максимального зарегистрированного отклонения даст вектор поляризации продольных волн.

Пусть нам известен вектор \vec{P} в каждой точке приема и его координаты и тогда определим локальную систему координат PRQ. P-компонента: колебания в направлении вектора \vec{P} , Q-компонента: колебания в плоскости XOY ортогонально вектору \vec{P} , R-компонента: колебания в направлении, ортогональном \vec{P} и \vec{Q} .

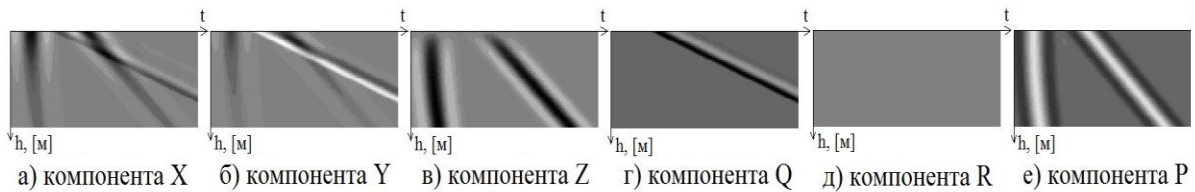


Рис. 1. Изображение модели трехкомпонентного волнового поля

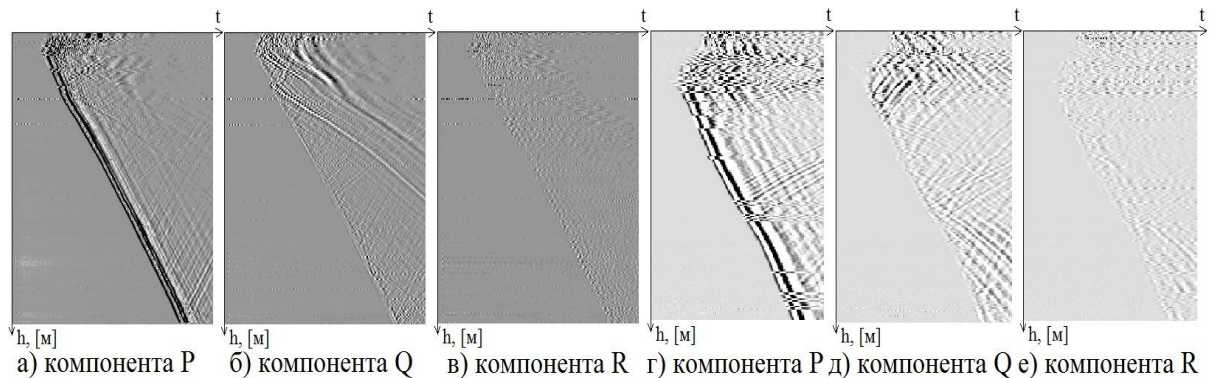


Рис. 2. Результаты ориентирования сейсмоприемников

Для того, чтобы выразить компоненты через $\bar{A}(t)$, ищутся проекции $\bar{A}(t)$ на соответствующие нормированные направляющие вектора $\bar{N}_i(\bar{\rho})$:

$$\begin{aligned}\bar{N}_P: \bar{N}_P \parallel \bar{P}, |\bar{N}_P| = 1; \\ \bar{N}_Q: \bar{Q} \perp O_z, \bar{N}_Q \perp \bar{N}_P, |\bar{N}_Q| = 1; \\ \bar{N}_R: \bar{N}_R \perp \bar{N}_P, \bar{N}_R \perp \bar{N}_Q, |\bar{N}_R| = 1.\end{aligned}\quad (8)$$

Исследование точности оценивания первого вступления волны на моделях полезной составляющей волнового поля без помех, показало, что алгоритм преобразования позволяет оценить положение волны с точностью порядка шага дискретизации. На рис. 1 приведен пример преобразования в систему PRQ на модельных данных: на а, б, в представлен пример модельного волнового поля, на г, д, е – результат преобразования волнового поля. Волновое поле моделировалось как интерференция трех волн, две из которых имеют одинаковый вектор поляризации, а третья имеет ортогональный вектор поляризации.

Исследования алгоритмов проводились на реальных сейсмограммах ВСП, полученных в разведочной скважине месторождения углеводородов Томской области. На рис.2 приведен пример преобразования в систему PRQ реальных сейсмограмм ВСП: на а, б, в – результат преобразования сейсмограммы ВСП с близким расположением пункта взрыва; на г, д, е – результат преобразования сейсмограммы ВСП с дальним пунктом взрыва.

Таким образом, разработанная новая математическая модель трехкомпонентной регистрации волновых полей (1-5) и алгоритм ориентирования сейсмоприемников в систему координат PRQ позволяют в случае поляризации волн разделять волны с ортогональной поляризацией. Для ближних пунктов взрыва получилось хорошее разделение продольных и поперечных волн (Р и Q компонента), а для удаленных пунктов взрыва такого разделения достичь не удалось. Вектор поляризации прямой продольной волны для удаленных пунктов взрыва оказывается не ортогонален вектору поляризации отраженных поперечных волн.

Литература

1. Гальперин Е.И. Поляриционный метод сейсмических исследований. – М.: «Недра», 1977. – 277 с.
2. Гольдин С.В. Линейные преобразования сейсмических сигналов. – М.: «Недра», 1974. – 351 с.

ВЫДЕЛЕНИЕ ЗОН, ЗАТРОНУТЫХ ВЫРАБОТКОЙ, ДЛЯ УЧЕТА ИСКАЖЕНИЙ КОЭФФИЦИЕНТОВ НЕФТЕНАСЫЩЕННОСТИ НА ПРИМЕРЕ МЕСТОРОЖДЕНИЯ ТОМСКОЙ ОБЛАСТИ.

Д.С. Яшков

Научный руководитель главный научный сотрудник С.М. Шевченко
Томский научно-исследовательский и проектный институт нефти и газа, г. Томск, Россия

Начало интенсивного разбуривания месторождения относится к 70-м годам. За почти сорокалетний период пробурено более тысячи скважин.

В процессе разработки залежи происходят изменения нефтенасыщенности коллекторов и минерализации поровых флюидов, которые отражаются на показаниях геофизических методов. Традиционно в литературе описываются шесть стадий [1, 2]:

1. Начальная стадия, в которую происходит однофазное движение нефти и переход части остаточной рыхлосвязанной воды в объем нефти. Геофизические характеристики коллекторов в начальной стадии разработки не искажаются по сравнению с этапом отсутствия системы ППД.

2. Стадия уменьшения нефтенасыщенности коллекторов за счет опережающей капиллярной пропитки приближающегося фронта пластовой воды. При этом минерализация пластовой жидкости уменьшается за счет солевого обмена между движущейся нефтью и остаточной водой, частично переходящей в свободную. По геофизическим характеристикам отмечается изменение показаний в связи с уменьшением величины начальной нефтенасыщенности и, возможно, с увеличением минерализации пластовой жидкости по сравнению с соседними скважинами, пробуренными до начала интенсивной разработки.

3. Стадия прохождения осолоненного фронта остаточной пластовой воды. Как установлено, минерализованная оторочка пластовой воды имеет ширину 200 - 300 м [3]. По показаниям геофизических методов отмечается резкое снижение удельного электрического сопротивления и уменьшение коэффициента нефтенасыщенности коллекторов в этих участках разреза.

4. Стадия подхода переднего фронта нагнетаемой воды. Изменение геофизических характеристик происходит, в основном, за счет уменьшения величины коэффициента нефтенасыщенности, при практическом равенстве минерализаций исходной пластовой и образовавшейся смеси вод.

5. Стадия обводнения закачиваемой водой. Геофизические характеристики, в первую очередь, удельное электрическое сопротивление пласта, изменяются не только за счет уменьшения количества нефти, но и за счет смешения остаточной пластовой и пресной нагнетаемой вод. На этой стадии увеличение сопротивления смеси оказывает решающее влияние на увеличение удельного электрического сопротивления коллектора.

6. Стадия интенсивной промывки пласта пресной нагнетаемой водой. При этом значительно возрастает удельное электрическое сопротивление пласта, зачастую превышая исходное значение удельного электрического сопротивления для предельно насыщенного порового пространства. На этой стадии коэффициент нефтенасыщенности стремится к остаточному значению.

Влияние разработки нефтенасыщенных коллекторов четко отражается на показаниях методов ГИС, начиная с 3-ей стадии [1], но ощутимые изменения коэффициента нефтенасыщенности начинается с 2-й стадии. Для оценки начальных коэффициентов нефтенасыщенности рекомендуется использовать данные разведочных скважин и скважин 1-й стадии разработки.

Для исключения искажений значений коэффициентов нефтенасыщенности от влияния разработки проводится контроль скважин. На рассматриваемом месторождении контроль за скважинами, затронутыми выработкой, проводился двумя способами:

1. На карту цветом выносятся скважины, пробуренные по годам. Уплотняющие скважины относятся к зоне, затронутой выработкой. (рис. 1).



Рис. 1. Порядок разбуривания по годам

2. Строятся гистограммы распределения удельного электрического сопротивления по годам. Разведочные и скважины первого года разбуривания принимаются за базовые. По уменьшению удельного электрического сопротивления относительно базовых скважин выявляются скважины, затронутые выработкой.

В качестве примера приводятся графики распределения удельного электрического сопротивления для пластов Ю1-1В. (рис. 2)

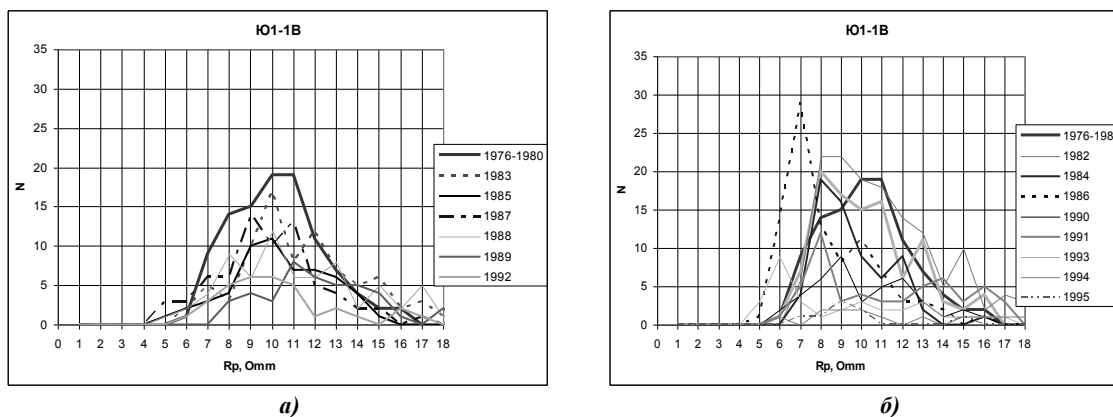


Рис. 2. Гистограмма распределения удельного электрического сопротивления по годам для пласта Ю1-1В

Анализ графиков позволил выделить скважины, относящиеся ко 2-й стадии разработки, которые должны быть исключены из оценки начальных коэффициентов нефтенасыщенности – скважины, пробуренные в 1986 г.

Количество скважин, исключенных из оценки начальных коэффициентов нефтенасыщенности, составляет 60. Общее количество скважин с продуктивным пластом Ю1-1В – 827.

Начальный коэффициент нефтенасыщенности с исключением влияния скважин, затронутых выработкой, составляет 63%

Коэффициент нефтенасыщенности скважин, исключенных из оценки начальных коэффициентов нефтенасыщенности, составляет 49%.

Таким образом, можно сделать вывод, что пренебрежение зонами, затронутыми выработками, может привести к существенному искажению начальных коэффициентов нефтенасыщенности (в данном случае погрешность составляет 14%), а следовательно, к неверному определению запасов на месторождении.

Литература

1. Кузнецов Г.С., Леонтьев Е.И., Резванов Р.А. Геофизические методы контроля разработки нефтяных и газовых месторождений. – М.: Недра, 1991.
2. Султанов С.А., Свихнушин Н.М., Использование методов промысловой геофизики для изучения нефтеотдачи пластов. – М.: Недра, 1967.
3. Чоловский И.П., Иванова М.М. Методы геолого-промыслового контроля разработки нефтяных и газовых месторождений. – М.: Недра, 1992.

Секция 6

ГИДРОГЕОЛОГИЯ И ИНЖЕНЕРНАЯ ГЕОЛОГИЯ

УСЛОВИЯ ВОСПОЛНЕНИЯ РЕСУРСОВ ТОМСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ ПИТЬЕВЫХ ПОДЗЕМНЫХ ВОД

Н.М. Рассказов, профессор

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет,
г. Томск, Россия*

Томское месторождение питьевых подземных вод выявлено в 1967 г. в процессе осуществления проекта предварительной разведки, разработанного на основе расчета прогнозных ресурсов, обоснованных автором в 1965 г. в количестве 300000 м³/сут. [2]. Последние были переведены в 1978 г. в разряд эксплуатационных запасов, равных 500 тыс. м³/сут, после пуска в работу (в 1973 г.) Томского подземного водозабора и его пятилетней эксплуатации. Позднее, в начале 2000-х годов, они были подтверждены расчетами и моделированием, выполненными Ю.В.Макушиным (Томскгеомониторинг) и утвержденными ГКЗ РСФСР на предстоящий 20-летний срок.

Томское месторождение образовано напорными водами палеогенового водоносного горизонта (Обь-Томское междуречье), залегающего на глубине порядка 100-200 м и перекрытого глинами мощностью около 100м, содержащего песчанистые «окна». Вверх по разрезу они перекрываются четвертичными песчано-глинистыми образованиями, содержащими пресные (минерализация менее 500 мг/л) подземные воды, получающими инфильтрационное питание и недостаточно защищенными от загрязнения.

По химическому составу воды палеогена гидрокарбонатные, преимущественно кальциевые с величиной общей минерализации 450-550 мг/л. Они содержат повышенное количество железа и марганца, содержание которых значительно превышает санитарные нормы. В связи с этим на водозаборе проводится водоподготовка (азрирование), в результате выполнения которой состав используемой воды доводится до требований ГОСТа [1].

В структурном отношении Томское месторождение приурочено к краевой части крупнейшего Западно-Сибирского метабассейна, к зоне разгрузки подземных вод. Последняя представлена долинами рек Оби и Томи. Как отмечено Ю.К. Смоленцевым напорные подземные воды в этой зоне имеют восходящее движение, что обуславливает постоянное восполнение их ресурсов. Это находит четкое отражение в положении уровней воды в эксплуатационных скважинах (порядка 180), эксплуатирующих палеогеновый горизонт. Почти за сорокалетний период его эксплуатации водозабором с дебитом порядка 200 тыс. м³/сут. Уровень в основном снизился незначительно. При этом не отмечается изменения качества откачиваемых вод в водосборном сооружении откуда вода по трубопроводу большого диаметра под долиной р. Томи подается в распределительную водопроводную сеть областного центра.

Удачное расположение Томского подземного водозабора в Западно-Сибирской гидрогеологической структуре, являющейся наряду с достаточным количеством атмосферных осадков надежным источником восполнения ресурсов Томского месторождения, дает основания для оптимистического прогноза его дальнейшей длительной бесперебойной работы. Это подтверждается также весьма медленным изменением уровня напорной поверхности палеогенового водоносного горизонта и достаточно стабильным химическим составом откачиваемых подземных вод.

При этом относительно недорогая водоподготовка (азрирование) и хорошая производительность водозаборных скважин обуславливают вполне доступную стоимость добычи 1 м³ Томской подземной питьевой воды. К тому же водоносный горизонт надежно защищен от загрязнения, что подтверждается его успешной многолетней (около 40 лет) эксплуатацией.

Литература

1. Зуев В.А., Картавых О.В., Шварцев С.Л., Химический состав подземных вод Томского водозабора. Обской вестник. 1999. — № 3-4 — С. 69-77.
2. Рассказов Н.М. и др. Перспективы водоснабжения г. Томска / Сб. Охраняя природу. —Томск: Томское книж. Изд-во, 1967. — С. 38-41.

КОЛЕБАНИЯ УРОВНЕЙ ПОДЗЕМНЫХ ВОД ЧЕТВЕРТИЧНЫХ ОТЛОЖЕНИЙ В ЮЖНОЙ И ЮГО-ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ ЗАПАДНО-СИБИРСКОГО АРТЕЗИАНСКОГО БАССЕЙНА

А.А. Балобаненко

Научный руководитель профессор Е.М. Дутова

Национальный исследовательский Томский политехнический университет,
г. Томск, Россия

Закономерности формирования режима подземных вод в естественных условиях определяются совокупностью воздействия целого ряда факторов, основными из которых являются климатические, ландшафтные, геолого-гидрогеологические и геокриогенные.

В основу работы положен обширный материал по ведению государственного мониторинга подземных вод на территории Сибирского федерального округа, в частности на территории Томской, Омской, Новосибирской областей и Алтайского края. В исследовании использованы данные более чем по 250 скважинам, характеризующим естественный режим подземных вод четвертичных отложений.

В 1959 г. В.С. Ковалевский выделил следующие виды режима подземных вод: приречный (пойменный), террасовый и междуречный.

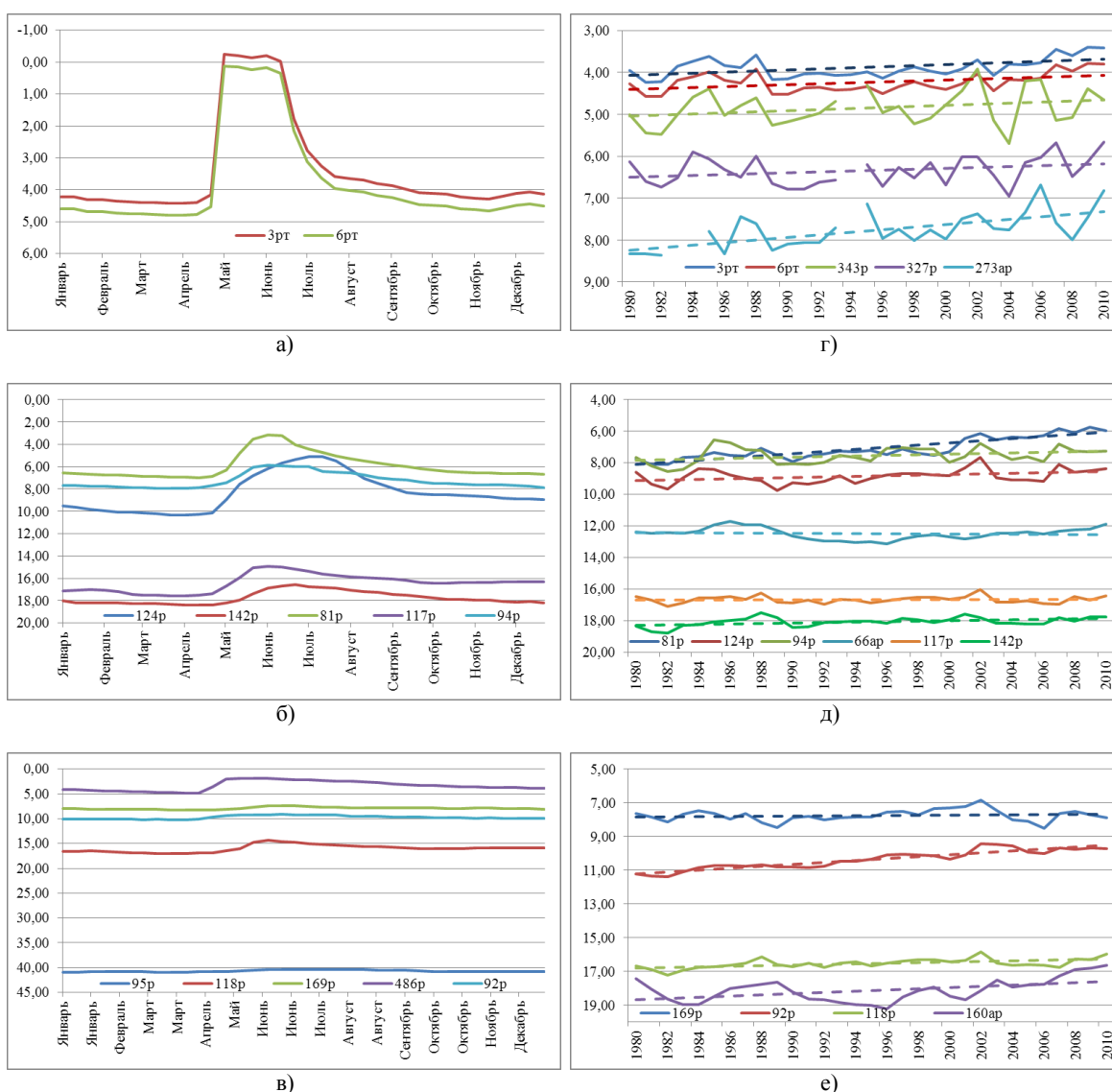


Рис. Внутригодовая и многолетняя изменчивость уровня режима подземных вод четвертичных отложений а), г) – приречный вид режима, б), д) – террасовый вид режима, в), е) – междуречный вид режима

Приречный вид режима характерен для грунтовых вод пойменных отложений р.р. Обь и Иртыш, а так же их крупных притоков. Здесь режим грунтовых вод зависит не только от инфильтрации атмосферных осадков и притока со стороны террас, но и тесно связан с гидрологическим режимом рек, что выражается в годовом изменении уровней, где четко выделяется весенне-летний пик, связанный с половодьем и осенне-зимний

минимум (рис.). В период половодья при значительном повышении уровней воды в реках происходит подпор грунтовых вод в результате чего разгрузка подземных вод прекращается (процесс берегового регулирования).

Террасовый вид режима характерен для грунтовых вод надпойменных террас. Приходная часть баланса образуется от инфильтрации атмосферных осадков и подтока вод со склонов и междуречий. Во внутригодовом цикле выделяется резкий подъем уровней во время весенне-летнего половодья, после чего отмечается плавный спад (рис.).

Междуречный вид режима характерен для водораздельных пространств. Основную роль в питании подземных вод здесь играют атмосферные осадки, причем интенсивность питания зависит от мощности и литологического состава пород зоны аэрации.

В связи с этим междуречный вид режима можно разбить на 2 разновидности в зависимости от глубины залегания подземных вод, которая главным образом характеризует условия питания вод и их расход на испарение.

Первая характеризуется глубоким залеганием уровней подземных вод, слабой связью или отсутствием связи с поверхностью, что в разрезе обуславливается наличием прослоев суглинков и глин. Мощность зоны аэрации здесь превышает 4 м. Амплитуда внутригодового колебания уровней в таких условиях невелика, резких пиков не выделяется. Кривая годового хода уровней сглаженная, что регулируется постепенной инфильтрацией атмосферных осадков через достаточно мощную зону аэрации.

Вторая характеризуется неглубоким залеганием подземных вод и тесной связью с инфильтрацией атмосферных осадков, что определяет наличие отдельных пиков в графике внутригодового колебания уровней. Эти пики приурочены к периодам выпадения атмосферных осадков.

В многолетнем плане следует отметить, что в течение 30-ти последних лет наблюдается четкий растущий тренд среднегодового положения уровней подземных вод.

Литература

1. Гавич И.К., Ковалевский В.С. Основы гидрогеологии. Гидрогеодинамика. – Новосибирск: Наука, 1983.
2. Ковалевский В.С. Методическое руководство по изучению режима подземных вод. – М., 1968. – 197 с.
3. Ковалевский В.С. Условия формирования и прогноза естественного режима подземных вод. – М.: Недра, 1973. – 152 с.
4. Методическое руководство по изучению режима подземных вод / Всесоюзный научно-исследовательский институт гидрогеологии и инженерной геологии (ВСЕГИНГЕО); под ред. М. Е. Альтовского, А. А. Коноплянцева. – М.: Изд-во литературы по геологии и охране недр, 1954. – 196 с.: ил. – Библиогр. – С. 182-194.

РОТАЦИОННАЯ ДИНАМИКА КАК ПРИРОДНЫЙ ФАКТОР ФОРМИРОВАНИЯ ГИДРОДИНАМИЧЕСКОГО РЕЖИМА ПОНТИЧЕСКОГО ВОДОНОСНОГО ГОРИЗОНТА НА ТЕРРИТОРИИ Г.ОДЕССЫ

О.А. Буняк

Научный руководитель профессор Е.А. Черкез

Одесский национальный университет имени И.И. Мечникова, г. Одесса, Украина

Изучение гидродинамического режима подземных вод осуществляется посредством анализа связей между характеристиками режима (уровни подземных вод, дебиты) и природными и антропогенными факторами, которые его формируют. К природным факторам относят экзогенные (метеорологические, гидрологические) и эндогенные (геодинамические) [2].

Влияние метеорологических и гидрологических факторов на гидродинамический режим понтического водоносного горизонта в пределах территории города можно считать ограниченным в связи со следующим: понтический водоносный горизонт по условиям залегания относится к межпластовым водам, водовмещающие известняки перекрыты и подстилаются слабо проницаемыми породами, а области питания находятся далеко от областей разгрузки [5]. Поэтому атмосферные осадки непосредственно не оказывают влияние на формирование гидродинамического режима. Обнажения понтических известняков на склонах побережья расположены гипсометрически выше уровня моря, соответственно, его гидрологический режим не может влиять на колебания уровня понтического водоносного горизонта.

Влияние геодинамического фактора на формирование динамического режима подземных вод чаще всего связывают с изменением напряженного состояния пород вследствие сейсмических событий, извержения вулканов, изменением гравитационных сил под влиянием Солнца и Луны, изменениями атмосферного давления и ротационной динамикой – изменением скорости осевого вращения Земли [1,2,8].

Известно, что скорость осевого вращения Земли не остается постоянной, а закономерно изменяется в годовом цикле [6,7].

Для оценки влияния ротационной динамики на гидродинамический режим понтического водоносного горизонта выбраны следующие его характеристики: 1) данные ежемесячных наблюдений за дебитами 12-ти водоотводящих штолен дренажной галереи комплекса противоположных сооружений Одесского побережья [4], 2) декадные, рассчитанные в среднемесечные данные наблюдений за уровнем понтического водоносного горизонта в 14 скважинах (расположены в разных районах города), а также данные, которые характеризуют скорость осевого вращения Земли (рис. 1). Период наблюдений выбран с 1971 по 1980 гг., так как имеются наиболее точные данные.

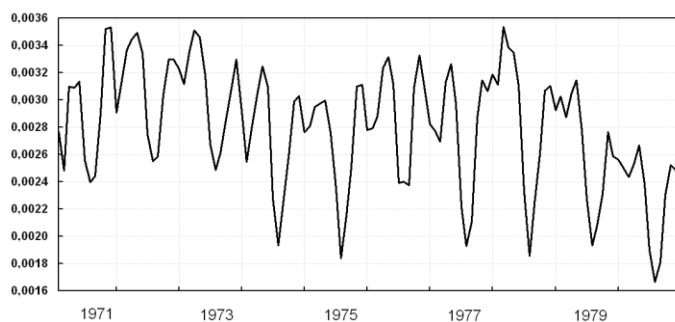


Рис. 1. Скорость осевого вращения Земли (R , отклонение в мс от стандартных суток (86400 с)) за период 1971 – 1980 гг. (данные сайта <http://hpiers.obspm.fr/eop-pc/>)

Изменение скорости деформированного состояния

Следует отметить, что ширина, которые формируют трещинно-ослабленные зоны и обуславливают блоковую структуру пласта известняков.

В соответствии с этим увеличение скорости осевого вращения Земли приводит к уменьшению напряженного состояния пород в зонах трещиноватости известняков, увеличению их фильтрационной проницаемости и оттока подземных вод. Наоборот, уменьшение скорости вращения Земли должно затруднять отток подземных вод в зону разгрузки.

Для выявления связи внутригодовых вариаций дебитов дренажных сооружений и уровня понтического водоносного горизонта на территории г. Одессы с внутригодовыми вариациями скорости осевого вращения Земли был проведен сезонный анализ временных рядов этих параметров за соответствующий период наблюдений. Обработка временных рядов по каждой скважине включала расчет скорости (первой производной) изменения уровней (величина V_z).

На рис.2А показаны результаты сезонного анализа суммарного дебита 12-ти штолен (Q , млн. м³/год), обобщенные по всем скважинам скорости изменения среднемесячных уровней (V_z , м/месяц) и скорости осевого вращения Земли (R , отклонение в мс от стандартных суток (86400 с)). Увеличение R соответствует увеличению длительности суток и уменьшению скорости осевого вращения Земли, а уменьшение – наоборот.

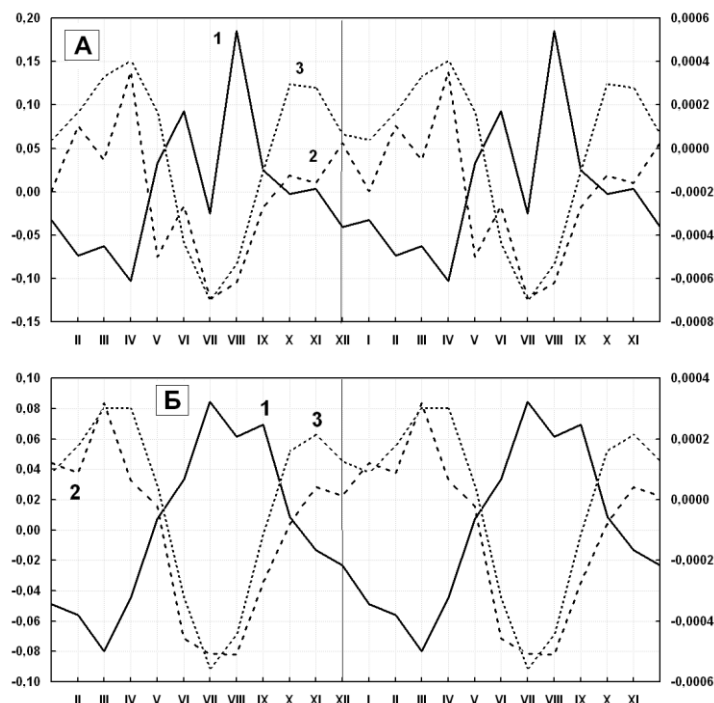


Рис.2. Сезонный анализ внутригодовой динамики гидродинамических параметров и ротации за период 1971 – 1980гг.

А – 1 – суммарный дебит (Q , млн. м³/год) 12-ти штолен Одесского побережья (шкала слева),
2 – обобщенная по всем скважинам скорость изменения среднемесячных уровней (V_z , м/месяц) понтического водоносного горизонта (шкала слева), 3 – скорость вращения Земли (R , отклонение в мс от стандартных суток (86400 с)) (шкала справа);
Б – те же параметры, сглаженные скользящим средним с шириной окна 3 месяца

По результатам сезонного анализа установлено, что в пределах года параметры V_z и R практически совпадают по времени и знаку. Объясняется это тем, что в осенне-зимне-весенний период в результате уменьшения скорости вращения Земли уменьшается общий объем макро- и микротрещин и, соответственно, происходит повышение уровня подземных вод. В весенне-летний увеличивается скорость осевого вращения Земли, что приводит к увеличению общего объема макро- и микротрещин и более интенсивной разгрузке подземных вод (понижению уровня и увеличению дебитов).

Сезонная компонента суммарного дебита штолен Q имеет противоположный характер с параметрами V_z и R ; максимальные ее значения наблюдаются в весенне-летнее время, то есть в период, когда увеличивается общий объем макро- и микротрещин, что объясняет увеличение суммарного дебита. Вместе с тем, общий ход увеличения дебита штолен в весенне-летний период нарушается июльским локальным минимумом. Возможно, это связано с тем, что в июле и августе происходит сработка емкостных запасов трещинных зон раннего порядка. Об этом свидетельствует процедура сглаживания рядов сезонных компонент, по результатам которой более четко проявляется сезонная синхронность параметров Q и V_z , что указывает на их единую генетическую природу.

Литература

1. Гидрогеологические исследования за рубежом/Под ред. Н.А. Маринова. – М.: Недра, 1982. – 428 с.
2. Гидрогеология./Под. ред. В.М.Шестакова и М.С. Орлова. – М.: Изд-во МГУ, 1984. – 317 с.
3. Зелинский И. П., Корженевский Б. А., Черкез Е. А. и др. Оползни северо-западного побережья Черного моря, их изучение и прогноз. – К.: Наукова думка, 1993. – 228 с.
4. Карта естественной защищенности подземных вод Украинской ССР. Одесская область. Составлена в Причерноморской геологоразведочной экспедиции ПГО «Крымгеология». Мингео СССР. – Киев, 1988.
5. Манк У., Макдональд Т. Вращение Земли. – М.: Мир, 1964. – 384 с.
6. Сидоренков Н.С. Нестабильность вращения Земли//Вестник Российской Академии Наук. – М., 2004. –Т. 74, – № 8. – С.701 – 715 с.
7. Шмуратко В.И. Гравитационно-резонансный экзотектогенез. – Одесса: Астропринт, 2001. – 332 с.

ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИЕ РЕЖИМНЫЕ НАБЛЮДЕНИЯ НА УЧАСТКЕ ОТРАБОТКИ УГОЛЬНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ «КАРАЖЫРА» (РЕСПУБЛИКА КАЗАХСТАН)

А.А. Быкова

Научный руководитель доцент К.И. Кузеванов

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет,
г. Томск, Россия*

В настоящей работе представлены материалы режимных гидрогеологических наблюдений на участке отработки угольного месторождения «Каражыра». Особенностью эксплуатации месторождения является его приуроченность к территории бывшего Семипалатинского испытательного полигона. Фронт действующих горных работ расположен на одной из испытательных площадок Балапан, которая ранее использовалась для проведения ядерных взрывов. На этой площадке в период с 1965 по 1989 гг. произведено около 100 ядерных взрывов различной мощности в глубоких скважинах. После завершения испытания ядерного оружия в 1989 г. сотрудниками национального ядерного центра Республики Казахстан проводятся регулярные режимные наблюдения за состоянием подземных вод по сети гидрогеологических скважин. Целью режимных наблюдений является оценка миграции радионуклидов с подземными водами. Нами во время летней производственной практики собран фактический материал о состоянии подземных вод. Результаты обработки полученных данных и некоторые обобщения представлены в настоящей работе.

Угольное месторождение «Каражыра» в структурном отношении представляет юрский грабен клиновидной формы протяженностью 13 км и шириной 3,5-5,0 км. Площадь горного отвода разбита крупными разрывными нарушениями на ряд блоков. В геологическом строении, по данным детальной разведки месторождения, участвуют разновозрастные осадочные, эффузивные и интрузивные породы, которые подразделяются на два структурных этажа: нижний – палеозойский и верхний – мезозой – кайнозойский (J,P,N,Q). Угленосная нижнесреднеюрская толща представлена аргиллитами, алевролитами, песчаниками и конгломератами, среди которых залегают семь угольных пластов.[3]

Климат района резко континентальный со среднегодовой температурой воздуха +3.5°C. Абсолютный максимум температуры +40°C. Среднемесячные температуры июля и января соответственно равны +19° и -16°C. В геоморфологическом отношении поверхность представляет собой плоскую аккумулятивную равнину с небольшим понижением до 2-3 м в центре и абсолютными отметками 310-344 м. Территория месторождения находится в пределах казахского мелкосопочника. Основными элементами рельефа являются сопки и межсопочные долины. Гидрологическая сеть развита слабо. Река Иртыш удалена от месторождения на 75 км. Ближайшей является р. Чеган, протекающая в 10-15 км. Ее сток наблюдается только в период весеннего половодья. Она течет вдоль восточной границы СИП и является левобережным притоком р. Иртыш. Средний расход воды около 1,02 м³/с. Имеются мелкие соленые озера, часть которых почти полностью пересыхает летом [3].

В гидрогеологическом отношении Каражырский грабен представляет собой небольшой субартезианский бассейн, где основные запасы подземных вод приурочены к отложениям нижней юры.

Основной водоносный комплекс представлен нижнеюрскими породами. С ним связаны основные объемы водопритоков в карьер. Условия питания водоносного комплекса неблагоприятны из-за широкого распространения неогеновых глин и четвертичных суглинков в кровле [3]. Гидрогеологические условия характеризуются небольшими гидравлическими уклонами, затрудненным режимом водообмена и не способствуют формированию эксплуатационных запасов подземных вод питьевого качества – общая минерализация достигает 9,4-55,5 г/дм³. На современное состояние подземных вод месторождения основное влияние оказывают открытая отработка углеразреза и карьерный водоотлив. Средний приток воды в 2011 г. в разрез составил 830 м³/сут (9,6 л/с). За 18 лет средний приток составляет 1130 м³/сут (13,07 л/с). Вокруг угольного разреза наблюдаются низкие уровни подземных вод; в скважинах №№ 463-42,0 м, 467-59,40 м, 468-40,7 м, 470-30,7 м. Можно отметить, что уровень воды в этих скважинах изменился. Первоначальные глубины залегания уровня в скв. №№ 468, 463, 470 м 467 были замерены на отметках 16,20; 20,30; 6,25 и 16,80 м, а затем в процессе длительной эксплуатации месторождения они изменились до 24,49; 21,68; 24,45 и 42,60 м соответственно. Нами построены графики многолетних изменений уровней грунтовых вод в скважинах за период с 1995 по 2011 год. Характерные тенденции показаны на примере скважины № 482 с постоянным уровнем (рис. 1) и скважины № 468, фиксирующей постепенное понижение уровня (рис. 2). Водоотлив на месторождении приводит к формированию депрессионной воронки из-за частичного осушения водонасыщенных пород. График на рисунке (рис. 1) показывает, что уровни подземных вод в скважине № 482, находящейся за пределами области влияния карьерного водоотлива, подчиняются влиянию естественных факторов. График не имеет выраженной тенденции, отражая многолетние циклические колебания. На графике изменения уровня грунтовых вод в скважине № 468 наблюдается выраженный линейный тренд, сформировавшийся в условиях нарушенного режима фильтрации.

Основным проблемным вопросом радиационной безопасности работ по разработке месторождения «Каражыра» является вероятность возможного поступления к границам месторождения подземных вод, загрязненных радиоактивными продуктами подземных ядерных взрывов.

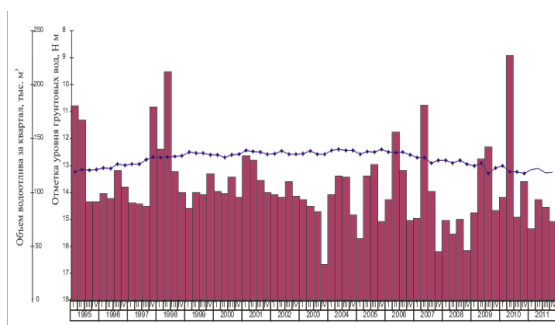


Рис. 1. График изменения уровня грунтовых вод в скв. №482

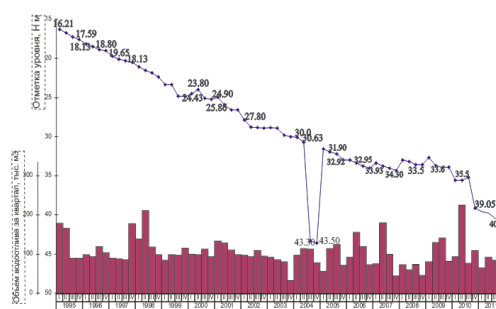


Рис. 2. График изменения уровня грунтовых вод в скв. №468

Таблица

Содержание радионуклидов в скважинах №№ 538 и 539

№ скважины	Дата отбора	³ H, Бк/кг	¹³⁷ Cs, Бк/кг	⁹⁰ Sr, Бк/кг
538	2003	580	0,03	<0,03
	2004	570	0,05	0,079
	2005	760	0,023	0,043
	2006	470	0,05	0,079
	2007	380	0,02	0,08
	2008	500	0,05	1,3
	2009	300	<0,01	0,03
	2010	250	<0,02	<0,01
539	2003	46	-	-
	2004	<37	-	-
	2005	98	0,19	0,41
	2007	44	0,02	0,58
	2008	200	0,06	0,02
	2009	40	<0,02	1,15
	2010	30	<0,1	<0,01

Загрязненные техногенными радионуклидами подземные воды могут поступить к границам месторождения от участков проведения подземных ядерных взрывов. Результаты гидрогеологических исследований показывают, что высокие концентрации ¹³⁷Cs и ⁹⁰Sr в подземных водах обнаруживаются только вблизи «боевых» скважин, при удалении от них концентрация радионуклидов резко снижается. Концентрация

третия в подземных водах изменяется в широком диапазоне значений от минимально-детектируемой активности, равной 7 Бк/кг, до максимальных значений – более 4 миллионов Бк/кг. [1]. Основным индикатором радиоактивного загрязнения подземных вод на данной площадке является тритий, поскольку он входит в состав воды и не сорбируется горными породами. Можно отметить, что, в основном, данные концентрации радионуклидов в подземных водах радиационной опасности не представляют и не превышают установленных НРБ-99 УВ нас для питьевой воды [2]. Встреченные в скважинах №№ 538 и 539 повышенные значения концентрации трития, достигающие 200 и 760 Бк/кг, могут быть связаны с локальными очагами разгрузки глубоких горизонтов по зонам разломов. В таблице представлено изменение содержания радионуклидов за время проведения режимных наблюдений.

Анализ данных мониторинга показывает, что необходимо дальнейшее изучение гидрогеологических условий в районе месторождения «Каражыра» и прилегающей территории. Процесс развития депрессионной воронки может представлять реальную опасность поступления в действующий карьер загрязненных подземных вод. Необходима постановка детальных исследований в зонах Каражырского и Чинрауского разломов, так как именно со стороны этих тектонических нарушений существует наибольшая вероятность поступления загрязненных подземных вод от площадки размещения «боевых скважин» к границам месторождения.

Литература

1. Актуальные вопросы радиозологии Казахстана. Выпуск 1. Радиозологическое состояние «северной» части территории Семипалатинского испытательного полигона /под рук. Лукашенко С.Н.// – Павлодар: Дом печати, 2010. – 234 с.: ил. 24 с. – Библиогр. С. 224-231.
2. Государственные санитарно-эпидемиологические правила и нормативы. «Нормы радиационной безопасности» (НРБ-99) СП 2.6.1.758-99. Издание официальное. – Алматы, 2000.
3. Коваль А.И., Выползов В.Л., Шаймерденов Н.Р./ Отчет АО «Сары-Арка-геология» по предварительной и детальной разведке угольного месторождения «Каражыра» (Юбилейное) с подсчетом запасов угля по состоянию на 01.07.1995 г. за 1991-95гг.

ПРОИСХОЖДЕНИЕ И ВОЗРАСТ ПОДЗЕМНЫХ ВОД НЕФТЕГАЗОНОСНЫХ ОТЛОЖЕНИЙ ЗАПАДНОЙ ЧАСТИ ЕНИСЕЙ-ХАТАНГСКОГО РЕГИОНАЛЬНОГО ПРОГИБА

А.Е. Варнаев

Научный руководитель профессор С.Л. Шварцев

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет,
г. Томск, Россия*

В основу работы положены материалы исследования химического состава подземных вод 11 скважин, пробуренных в целях поисков и разведки месторождений нефти, газа и газоконденсата. Общее количество гидрогеохимических проб составляет 38. Материалы, положенные в основу работы, характеризуют разрез на мощность до 4216 м. В этих пределах заключены породы Q, K2, K1, J3, J1+2 и PZ возрастов. Все анализы приходится на пласты перспективные для обнаружения углеводородного сырья – это отложения верхней и средней юры и нижнего мела. Всего в пределах анализируемых водоносных горизонтов выделено 8 свит: гольчихинская, малышевская, сиговская, яковлевская, яновставская, нижнехетская, суходудинская и шуратовская.

В геологическом строении разреза принимают участие морские юрские и верхнемеловые отложения общей мощностью более 4500 метров. Большую часть разреза занимают отложения верхнего мела (светло-серые пески и алевролиты с прослоями и линзами железистых песчаников) развитые повсеместно на изучаемой территории [1].

По химическому составу воды юрских и меловых отложений преимущественно хлоридные натриевые и гидрокарбонатные хлоридные натриевые. По величине общей минерализации воды от слабо солоноватых (1,8 г/л) до рассолов (15 г/л). По кислотнo-щелочным условиям воды от слабо- до сильнощелочных и характеризуются значениями рН от 7,1 до 11,35.

Классические представления о формировании хлоридных рассолов в осадочных породах земной коры рассматривают два возможных процесса их формирования – седиментогенный и инфильтрогенный.

Формирование инфильтрогенных рассолов обусловлено растворением галогеновых формаций просачивающимися с поверхности водами атмосферных осадков. Основным минералом галогеновой формации является галит. Рассолы содержат в основном компоненты самих солей и имеют Cl-Na, Cl-SO₄-Na состав, их минерализация обычно не превышает растворимости NaCl в данных условиях. Инфильтрогенные рассолы всегда содержат минимальные концентрации большинства микроэлементов. Это связано с тем, что основной минерал солей (галит), который растворяется подземными водами, имеет минимальные концентрации многих из этих микроэлементов. Концентрация брома в галите составляет <0,1%, йода $n \cdot 10^{-5}\%$. Галит при образовании не способен осадить большую часть микроэлементов. В связи с этим инфильтрогенные рассолы всегда содержат минимальные концентрации брома (<100-200 мг/л). В связи с этим величина отношения Cl/Br в таких рассолах всегда намного больше (1000 и более), чем в морской иоде (~300), что является одним из генетических признаков этих рассолов и показателем их происхождения.

Первичная основа формирования седиментогенных хлоридных рассолов – испарительное концентрирование морской воды в солеродных бассейнах. В дальнейшем сформировавшиеся таким образом рассолы захороняются вместе с вмещающими осадочными породами и подвергаются геохимической метаморфизации в этих породах в ходе дальнейшей геологической эволюции структур. В данном случае происхождение самого растворителя (H_2O) и многих компонентов этих рассолов обязано тем же процессам концентрирования морской воды, которые привели к формированию галогенных формаций. Поэтому седиментогенные рассолы имеют тот же возраст, что и сами галогенные формации, они сингенетичны по отношению к этим формациям.

Изучением процессов формирования таких вод занимались М.Г. Валяшко, Н.С. Курнакова и др. Они установили, что исходными водами таких рассолов является морская вода. Если формирование седиментогенных вод происходило в аридных условиях, то происходили процессы испарительного концентрирования химических элементов, т.е. осаждались соли и вместе с ними произошло захоронение первично морских вод, которые впоследствии насыщались химическими элементами этих солей. Происхождение высоких концентраций в рассолах и увеличение содержания элементов, которые образуют хорошо растворимые соединения с ведущими компонентами рассолов (Na^+ , K^+ , Mg^{2+} , Cl^- , SO_4^{2-} , HCO_3^-) во время всего процесса концентрирования, к ним относится и бром. В ходе испарительного концентрирования содержание этих элементов последовательно накапливается [2].

Таблица 1

Критерии различия инфильтрогенных и седиментогенных вод

Свойства и критерии различия	Инфильтрогенные рассолы	Седиментогенные рассолы
Минерализация	<320	До 720
Источник растворителя (H_2O)	Атмосферные осадки и поверхностные воды	Морская вода
Cl/Br	>300	<300
Br/Cl* 10^3	<3.4	>3.4

Рассмотренные особенности формирования седиментогенных рассолов определяют наличие в них характерных геохимических соотношений, которые являются генетическими признаками этих рассолов. Вследствие высокой концентрации брома такие рассолы имеют очень низкие величины соотношения Cl/Br, что позволяет отличать их от рассолов растворения, в которых это соотношение всегда выше 300. В таблице 1 приведены критерии отличия инфильтрационных и седиментационных хлоридных рассолов [3].

Перечисленные особенности позволяют произвести анализ происхождения изучаемых вод Западной части Енисей-Хатангского регионального прогиба. Рассчитанные значения отношений Cl/Br и Br/Cl* 10^3 приведены в таблице 4. Значения отношения Cl/Br находятся в диапазоне от 92 до 218, что соответствует седиментогенным водам. Все значения отношения Br/Cl* 10^3 выше 3,4 и подтверждают седиментогенное происхождение подземных вод.

Таблица 2

Рассчитанные значения отношений Cl/Br и Br/Cl* 10^3

Свита	Малышевская	Гольчихинская	Сиговская	Яновстанская	Нижнехетская	Суходудинская	Шуратовская	Яковлевская
Cl/Br	152,77	92,66	179,59	144,64	58,38	140,76	112,64	218,18
Br/Cl* 10^3	6,54	10,79	5,56	6,91	17,13	7,10	8,877	4,58

Из анализа таблицы следует, что все рассматриваемые воды имеют морское происхождение и воды сингенетичны свитам, в которых они заключены, так как соотношения хлора и брома отвечает генетическим признакам рассолов рассмотренных выше.

Литература

1. Кирюхин В.А., Толстихин Н. И. Региональная гидрогеология: Учебник для вузов. – М.: Недра, 1987. – 382 с.
2. Крайнов С.Р., Рыженко Б.Н., Швец В.М. Геохимия подземных вод. Теоретические, прикладные и экологические аспекты. – М.: Наука, 2004. – 677 с.
3. Красинцева В.В. Гидрогеохимия хлора и брома. – М.: Наука, 1968. – 196 с.

**СВЯЗЬ ГИДРОХИМИЧЕСКИХ ПОТОКОВ РАССЕЙНИЯ С ГЕОЛОГИЧЕСКИМИ И
ГЕОМОРФОЛОГИЧЕСКИМИ ФАКТОРАМИ РОССЫПЕОБРАЗОВАНИЯ
ЗОЛОТА В ДОЛИНЕ Р. ЧУГУНА****А.А. Винокурова**

Научный руководитель профессор Е.М. Дутова

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

В настоящее время вряд ли подлежит сомнению факт близкой пространственной приуроченности к питающим рудным источникам большей части аллювиальных россыпей. Это обусловлено, главным образом, слабой подвижностью россыпеобразующего самородного золота в водном потоке. В свете данного факта при поисках россыпей особое внимание следует уделять изучению глубины эрозионного среза рудного источника.

Эрозионный срез за неотектонический этап в значительной мере определяет объем поступившего в долину золотоносного материала; кроме того важно и то, что глубина среза может достигать сотен метров, т.е. величины сопоставимой с размером оруденения, например месторождений малых глубин, характеризующихся малой и средней выдержанностью.

По уровню эрозионного среза золоторудных источников россыпей выделяют три группы золотоносных районов: рудные, рудно-россыпные и россыпные. Первые эродированы не значительно и россыпи в них развиты слабо. Вторые эродированы в средней степени и содержат богатые и крупные россыпи. В третьих – рудные месторождения эродированы глубоко, россыпи в них многочисленны и зачастую крупные. Наибольшим россыпеобразующим потенциалом обладают золоторудные месторождения золото-кварцевой формации [7]. Данные месторождения широко распространены в Чугунином рудном узле Горного Алтая, в частности, в долине р. Чугуна, где были проведены основные исследования.

Изучаемая территория расположена в Турочакском районе Республики Алтай в бассейне р. Лебедь, на участке долины р. Чугуна площадью 21,1 км², предоставленном ЗАО «Надежда» для геологического изучения и добычи россыпного золота. Россыпь по р. Чугуна открыта в 1893 г. и периодически отрабатывалась на отдельных участках основного русла и ее крупных притоков. Всего до 1951 года по учетным данным из россыпи р. Чугуна добыто 157 кг золота.

2006-2010 г. участок россыпи р. Чугуна ручьями Угольный и Могильный, названный "Нижний участок" изучался и отрабатывался ЗАО "Надежда", добыто более 115 кг золота при средней линейной продуктивности россыпи на данном отрезке 35 кг/км [3].

В 2010 г. получена лицензия на расположенный выше участок площадью 21,1 км², названный "Верховья р. Чугуна", охватывающий не только р. Чугуна, но и ее притоки. Долина по р. Чугуна сильно поражена отработками прошлых лет, при этом притоки совершенно не изучены.

При составлении проекта на поисково-оценочные работы по неизученным притокам р. Чугуна была поставлена цель произвести оценку площади при минимальных финансовых затратах, используя все имеющиеся материалы предшественников и собственные данные ЗАО «Надежда», полученные при отработке «Нижнего участка». Гидрохимические поиски по потокам рассеяния золота были проведены в дополнение к утвержденному проекту.

Работы проведены в течение 2011 г. в следующей последовательности

Изучение материалов предшественников;

Постановка гидрогеохимических поисков на выделенных по геологическим признакам перспективных притоках и временных водотоках;

Специальные геоморфологические исследования по обследованию аллювиальных форм рельефа, с целью выявления участков, перспективных на формирование россыпей по долинам водотоков с гидрохимическими потоками рассеяния золота;

Заверка перспективных участков горными работами.

Для золотоносного бассейна р. Лебедь характерно наличие промышленных россыпей при отсутствии значимых коренных источников золота. В бассейне р. Чугуна открыты разрозненные пункты минерализации золото-кварцевой формации, пространственно связанные с зонами расланцевания и дробления в вулканогенно-осадочных породах атлинской свиты кембрийского возраста [2]. Кроме того, мелкие золото-скарновые пункты минерализации установлены в приконтактной части мелких гранитных тел девонского возраста [5]. Территория участка работ испытала влияние двух крупных разломов – Атлинского, по которому заложена долина р. Чугуна, и Чултинского (Рис.).

В целом перспективность новой лицензионной площади выше, чем уже отработанная ЗАО «Надежда» нижняя часть россыпи, что обусловлено контролирующим эффектом Атлинского разлома, являющегося основной рудоподводящей структурой в данном районе. Это подтверждено данными отработок Компанейского разреза, (р. Чугуна, выше устья руч. Могильный) в котором за период 1899-1904гг вручную было добыто 150кг золота.

По совокупности геологических признаков были выделены перспективные на золотое оруденение притоки. Во-первых, участки, приуроченные к экзоконтакту гранитоидов интрузивного массива с вулканогенно-осадочными отложениями кембрийского возраста, ручьи: Могильный, Безымянный, Надежда, Саганавин, Банный. Во-вторых, участки примыкания оперяющих разломов к рудоконтролирующему Атлинскому разлому – нижнее течение ручья Могильный, ручьи Банный, Клондайк, Трактовый, Мраморный, Кузнечный, Компанейский.

По перспективным притокам в меженный период (сентябрь 2011 г.) были отобраны гидрогеохимические пробы воды на элементный анализ ICP (64 элемента) в ООО «Химико-аналитический центр «Плазма», г. Томск.

Комплекс элементов гидрогеохимического поля месторождений кварцевого генезиса определяется с одной стороны составом руд, с другой – составом интрузивного тела (прежде всего приконтактовой его части, с которым связано оруденение. Для Алтае-Саянской складчатой области характерна смена геохимических зон на глубину до 1 км в золотоносных кварцевых жилах: увеличивается содержание молибдена и вольфрама [1]. Практическими поисковыми геохимическими работами в северо-восточной части Горного Алтая (Турочакский район) на площади золоторудных районов подтверждена общая закономерность установленная для золото-кварцевого оруденения - с глубиной возрастает содержание кобальта, молибдена и вольфрама [6].

В верховьях р. Чугуна гидрохимическая аномалия молибдена, продолжительные шлиховые потоки шеелита (вольфрам) еще раз подтверждают гипотезу о глубоком эрозионном срезе золотоносных рудных тел в данном районе. По долине р. Чугуна картируется глубинный Атлинский разлом взбросового типа, по которому левый борт был поднят на значительную высоту. Отсюда следует, что эрозионный срез левобережья глубже, и соответственно золотоносные рудные тела в большей степени разрушены [4]. Гидрохимические исследования подтверждают данное утверждение (Таб.).

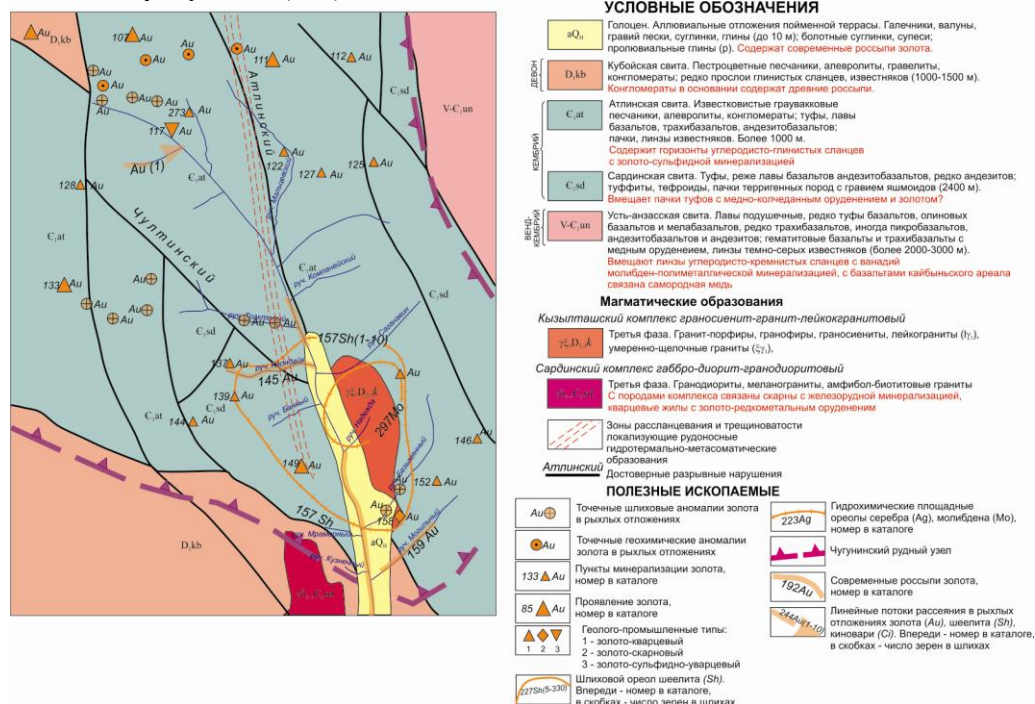


Рис. Геологическая карта района работ

По правым притокам содержание вольфрама не достигает $0,00005 \text{ мг/дм}^3$, исключение составляет руч. Кузнечный – $0,000057 \text{ мг/дм}^3$, тогда как по левым притокам его содержание варьирует от $0,00005$ до $0,000086 \text{ мг/дм}^3$. Содержание молибдена также значительно выше в левых притоках ($0,000504 - 0,009525 \text{ мг/дм}^3$), нежели в правых ($0,000336 - 0,000638 \text{ мг/дм}^3$). Более высокую степень эродированности золоторудных тел в левых притоках подтверждает и содержание золота, которые здесь изменяются от $0,000001$ до $0,000073 \text{ мг/дм}^3$, тогда как в водах правых притоков его значения варьируют от $0,000001$ до $0,000014 \text{ мг/дм}^3$.

Глубина эрозионного среза рудного источника определяет объем поступившего в долину золотоносного материала, т.е. левые притоки р. Чугуна более перспективны на формирование россыпей золота. Добычные работы на Нижнем участке подтвердили это предположение – при отсутствии четко выраженных золотоносных струй, в центральной и левобережной частях долины обогащенные участки встречаются чаще.

Параллельно с гидрохимическими исследованиями проводилось геоморфологическое картирование аллювиальных форм рельефа и оценка их перспективности на золотоносность.

В ходе проведенных работ на перспективных притоках р. Чугуна выделены следующие аллювиальные формы рельефа: пойменные террасы двух уровней - низкая (0,5-1 м) и высокая (1,5-3 м), террасовалы в приустьевых частях притоков, аллювиально-пролювиальные конуса выноса притоков.

Выявлен ряд положений характеризующих основными особенностями процессов россыпеобразования в долине р. Чугуна: верховья р. Чугуна более обогащены золотом нежели аналогичные отложения в нижней части участка; более древние аллювиальные отложения (осадки террасовалов) более обогащены золотом, чем современные отложения пойм; максимальные концентрации золота приурочены к приплотиковому слою, что говорит о зрелости аллювия.

Анализ геологических факторов россыпеобразования, распределения и концентрации золота, а так же результаты гидрохимических исследований позволили нам ранжировать формы рельефа по перспективности. Наиболее перспективными являются отложения террасовалов по ручьям Могильный и Надежда. Высокая перспективность поймы ожидается в условиях фаций подпруживания перед перемычками сужающего типа: конуса выноса ручьев Безымянный, Могильный, Компанейский и участки долины р. Чугуна перед конусами выноса притоков. На остальных участках долины в условиях стержневых и русловых фаций перспективность отложений поймы средняя и низкая.

Горные работы, начатые в 2011г. в долине руч. Могильный, подтвердили золотоносность конуса выноса первой террасы. На данной территории было пройдено три траншеи: в устье ручья, его среднем течении и верховьях. По данным опробования содержание самородного золота увеличивается вниз по течению, а основная его концентрация приурочена к конусу выноса.

Таблица

Результаты гидрохимических исследований вод притоков р. Чугуна

Правые притоки р. Чугуна							
Наименование водотока		Au	Ba	Co	Mo	W	Sr
в устье руч. Мраморный	содержание, мг/дм ³	<0,000001	0,0164	0,000564	0,000357	<0,00005	0,1134
	погрешность, мг/дм ³		0,0024	0,000106	0,000079		0,0123
в устье руч. Банный	содержание, мг/дм ³	<0,000001	0,0177	0,000926	0,000638	<0,00005	0,1228
	погрешность, мг/дм ³		0,0025	0,000161	0,000122		0,0130
руч. Банный в 300 м. от устья	содержание, мг/дм ³	0,0000014	0,0158	0,001000	0,000567	<0,00005	0,1219
	погрешность, мг/дм ³	0,0000007	0,0023	0,000172	0,000111		0,0129
руч. Клондайк в 200 м. от устья	содержание, мг/дм ³	0,0000013	0,0157	0,000506	0,000450	<0,00005	0,0823
	погрешность, мг/дм ³	0,00000065	0,0023	0,000097	0,000093		0,0096
руч. Клондайк в 250 м. выше пр №8	содержание, мг/дм ³	<0,000001	0,0159	0,000524	0,000573	<0,00005	0,0841
	погрешность, мг/дм ³		0,0023	0,000100	0,000112		0,0098
руч. Трактовый в 100 м. от устья	содержание, мг/дм ³	<0,000001	0,0164	0,000619	0,000505	<0,00005	0,1080
	погрешность, мг/дм ³		0,0024	0,000115	0,000102		0,0120
руч. Трактовый в 300 м. выше пр №10	содержание, мг/дм ³	<0,000001	0,0172	0,000732	0,000465	<0,00005	0,1264
	погрешность, мг/дм ³		0,0025	0,000132	0,000095		0,0132
в устье руч. Кузнечный	содержание, мг/дм ³	<0,000001	0,0167	0,000327	0,000336	0,000057	0,0455
	погрешность, мг/дм ³		0,0024	0,000070	0,000076	0,000027	0,0056
Левые притоки р. Чугуна							
Наименование водотока		Au	Ba	Co	Mo	W	Sr
в устье руч. Безымянный	содержание, мг/дм ³	0,0000073	0,0259	0,000518	0,001510	0,000055	0,0824
	погрешность, мг/дм ³	0,00000292	0,0035	0,000099	0,000254	0,000024	0,0096
руч. Безымянный в 1100м. от устья на развилке	содержание, мг/дм ³	<0,000001	0,0207	0,000472	0,000545	<0,00005	0,0733
	погрешность, мг/дм ³		0,0029	0,000092	0,000108		0,0086
руч. Надежда в верховье	содержание, мг/дм ³	<0,000001	0,0785	0,000509	0,001572	0,000086	0,0818
	погрешность, мг/дм ³		0,0097	0,000098	0,000263	0,000034	0,0095
в устье руч. Надежда	содержание, мг/дм ³	0,000003	0,0549	0,000709	0,000925	0,000068	0,1404
	погрешность, мг/дм ³	0,0000015	0,0069	0,000128	0,001465	0,000031	0,0141
в устье руч. Компанейский	содержание, мг/дм ³	0,0000023	0,0187	0,000521	0,000583	<0,00005	0,0701
	погрешность, мг/дм ³	0,00000115	0,0027	0,000100	0,000113		0,0083
руч. Компанейский в 600 м. от устья	содержание, мг/дм ³	0,0000011	0,0179	0,000518	0,000504	<0,00005	0,0693
	погрешность, мг/дм ³	0,00000055	0,0026	0,000099	0,000101		0,0082

в устье руч. Саганавин	содержание, мг/дм ³	<0,000001	0,0187	0,000472	0,001159	0,000050	0,0760
	погрешность, мг/дм ³		0,0027	0,000092	0,000200	0,000023	0,0089
руч. Саганавин в 250 м. выше пр №14	содержание, мг/дм ³	<0,000001	0,0165	0,000509	0,000546	<0,00005	0,0724
	погрешность, мг/дм ³		0,0024	0,000098	0,000108		0,0085
руч. Могильный около ш. № 4 л 6/38	содержание, мг/дм ³	0,00000235	0,0182	0,000709	0,001043	0,000054	0,1088
	погрешность, мг/дм ³	0,00000117	0,0026	0,000128	0,000183	0,000025	0,0120
руч. Могильный около ш. № 1 л 5/38	содержание, мг/дм ³	<0,000001	0,0171	0,000564	0,001205	0,000056	0,1141
	погрешность, мг/дм ³		0,0171	0,000106	0,000207	0,000027	0,0124

В результате проведенных работ можно сделать вывод, что в условиях глубокого эрозийного среза рудных золотоносных тел гидрогеохимические методы можно использовать для поисков, сформированных в результате эрозии россыпей. При этом для выявления значимых россыпей необходимо предварительное картирование аллювиальных форм рельефа, перспективных на россыпеобразование – террасоувалов и конусов выноса.

Литература

1. Алабин Л.В. Золотоносность Алтае-Саянской складчатой области //Условия образования, принципы прогноза и поисков золоторудных месторождений. – Новосибирск: Наука, 1983. – С. 66-80.
2. Николенко Н.В., Туркин Ю.А., Гусев А.И. Информационный отчет о результатах незавершенных работ по составлению и подготовке к изданию Государственной геологической карты масштаба 1:200000 листа N-45-XXXIV (Турочакская площадь) и прогнозно-поисковых работ на золото в пределах Турочакской площади. Горно-Алтайский филиал ФГУ "ТФГИ по СФО", № 1916. – Малоенсейское.: ФГУП "ГАПСЭ", 2003. – 409 с.
3. Проект на поисково-оценочные работы в вевховьях р. Чугуна и разведку Компанейского участка на россыпное золото. – Майма.: ЗАО «Надежда», 2011. – 110 с.
4. Протокол № 167/11 лабораторных исследований (18 проб) ЗАО «Надежда» 2-11-11. – Томск.: ООО «Химико-аналитический центр «Плазма», 2011 – 10 с.
5. Сомов Т.И., Бабин Г.А. и др. Геологическое строение и полезные ископаемые площади листов N-45-117-А,В, N-45-128-Б(в,г), N-45-128-В(в,г), N-45-128-Г. Отчет Таянской партии по групповой геологической съемке, специализированной геолсъемке масштаба 1:50000 и поискам на участке Аккичи, проведенным в 1982-1987гг. Горно-Алтайский филиал ФГУ "ТФГИ по СФО", № 1232. – Елань.: ЗСГУ, 1988. – 456 с.
6. Фалалеев Ю.А., Мусаев Е.А. и др. Отчёт по объекту «Геохимические поиски на золото в пределах Клыкской площади (Республика Алтай)» за 2007-2010 гг. – Малоенсейское.: ФГУП "ГАПСЭ", 2010. – 274 с.
7. Шило Н.А. Учение о россыпях: теория россыпеобразующих рудных формаций и россыпей. Изд. 2-е, переработанное и дополненное. – Владивосток: Дальнаука, 2002. – 576 с.

МОДЕЛИРОВАНИЕ РАДИОАКТИВНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА РАЙОНА ПРОЕКТИРУЕМОЙ СЕВЕРСКОЙ АЭС И ОРГАНИЗАЦИЯ СЕТИ МОНИТОРИНГА

В.А. Воробьев

Научный руководитель профессор Е.М. Дутова

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет,
г. Томск, Россия*

Одним из главных факторов воздействия АЭС на окружающую среду является выброс в атмосферу радиоактивных газов и аэрозолей, образующихся на АЭС. Включаясь в многообразные движения атмосферы, поверхностных и подземных потоков, радиоактивные и токсичные вещества распространяются в окружающей среде, поэтому загрязнение атмосферы влияет на загрязнение поверхностных и подземных вод. Газоаэрозольные отходы АЭС выбрасываются через вентиляционную трубу высотой 100–150 м, что служит дополнительным средством защиты приземного воздуха от загрязнения радиоактивными примесями. Основными процессами, определяющими рассеяние радионуклидов в атмосфере, являются ветровой перенос, турбулентная и молекулярная диффузия, а также гравитационное оседание.

С целью прогнозирования поведения выброса радионуклидов в атмосфере выполнено моделирование радиоактивного загрязнения атмосферного воздуха района проектируемой Северной АЭС. В настоящее время нет законченной теории, описывающей процессы рассеивания выбросов в атмосфере, и в данной работе моделирование выполнено на основе полуэмпирических соотношений. Для решения задачи использована методика расчета концентраций вредных выбросов в атмосферном воздухе НО «Гидромет».

Модель, на основе которой построена методика, справедлива для расчета поля примеси от непрерывно действующих высоких точечных источников, поэтому ее можно использовать для выброса из вентиляционной трубы АЭС. В этой методике используется понятие опасной скорости ветра, при которой возникает интенсивный вертикальный турбулентный обмен в атмосфере, и концентрация вредных веществ на уровне дыхания людей достигает максимальной величины. При больших или меньших скоростях ветра концентрации примесей в приземном слое атмосферы снижаются.

Модель содержит ряд допущений. В ней принято, что скорость ветра не меняется по высоте и направлению. На самом деле это не так; чем дальше от источника, тем больше вероятность изменения направления ветра. В модели не учитывается влияние на распространение примеси рельефа местности, высоких препятствий, водоемов. Не учитываются вымывание примеси дождем, химические реакции между примесью и атмосферным воздухом. Несмотря на рассмотренные ограничения, модель позволяет произвести достаточно достоверную оценку поля концентрации радионуклидов выброса АЭС, поскольку Модель предусматривает возможность расчета для одиночных и групповых источников выбросов. На основе рассматриваемой методики построен алгоритм программы «CONZA». По этой программе выполнено расчетное исследование распределения в приземном слое атмосферы концентраций радионуклидов выброса энергоблока АЭС с реактором ВВЭР электрической мощностью 1 ГВт для условий г. Северска Томской области.

Наиболее важным является определение значений максимальной приземной концентрации и расстояния от источника выбросов до точки, где она может наблюдаться. По программе проведены расчеты поля концентраций радионуклидов от выброса АЭС в приземном слое атмосферы для условий проектируемой станции. Исходные данные для работы программы: расстояние, на котором рассматривается распространение примеси – до 30 км от вентиляционной трубы АЭС по оси факела выброса (ось x); шаг, с которым производится вычисление концентрации примеси, определяется автоматически в зависимости от расстояния (всего 10 шагов); высота над поверхностью земли, на которой производится вычисление концентрации, – 1,7 м; высота вентиляционной трубы – 100 м; диаметр устья трубы – 3 м; диапазон значений скорости ветра в 5 – 20 м/с.

Проведен комплекс расчетов концентраций РБГ, радионуклидов йода и аэрозолей в приземном слое атмосферы. Как показали расчеты, максимальная приземная концентрация $C_{\text{макс}}$ и расстояние от вентиляционной трубы до точки с $C_{\text{макс}}$ наиболее сильно зависят от скорости ветра. Для среднегодового значения скорости ветра в Томской области расстояние до точки с максимальной приземной концентрацией радионуклидов находится в пределах санитарно-защитной зоны АЭС (до 2 км). Расстояние до $C_{\text{макс}}$ имеет прямо пропорциональную зависимость от скорости ветра. Значения максимальной приземной концентрации $C_{\text{макс}}$ в диапазоне вероятных скоростей ветра изменяются более, чем на порядок и составляют:

- $0,70 \cdot 10^{-6}$ мКи/м³ при скорости ветра 25 м/с;
- $9,63 \cdot 10^{-6}$ мКи/м³ при скорости ветра 1 м/с.

Определена опасная скорость ветра и распределение концентраций РБГ, радионуклидов йода и аэрозолей в приземном слое атмосферы при опасной скорости.

Зависимости концентраций РБГ и йода от расстояния имеют параболический характер, при скорости ветра 5 м/с концентрации имеют наибольшие значения на расстоянии 1500 м от источника выброса. С увеличением скорости ветра концентрации РБГ и йода значительно снижается, характер кривых сглаживается, явно выраженные пики отсутствуют. Для примера на рис. 1 приведены зависимости концентрации РБГ от расстояния от источника выброса при различных скоростях ветра.

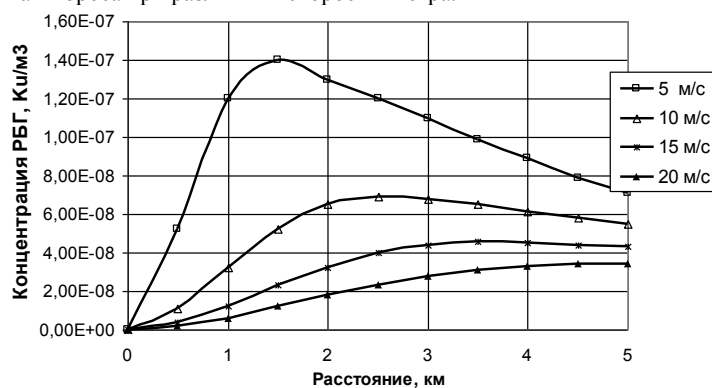


Рис.1. Графики распределения концентрации РБГ при различных скоростях ветра

Концентрации РБГ в воздухе на 2–3 порядка превышают концентрации йода и аэрозолей. Опасная скорость ветра в рассматриваемых условиях составила 1 м/с, – при ней концентрации радионуклидов: РБГ – $4,4 \cdot 10^{-7}$ Ки/м³, йода – $1,1 \cdot 10^{-11}$ Ки/м³, аэрозолей $1,3 \cdot 10^{-12}$ Ки/м³. Качественно другой характер имеет зависимость распределения концентрации аэрозолей от скорости ветра. С увеличением скорости ветра растет максимальное значение приземной концентрации аэрозолей и расстояние, на котором она достигается. На расстоянии 5500 м от источника их концентрация становится на 6 порядков ниже, т.е. не обнаруживается практически.

Полученные результаты были сопоставлены с допустимыми концентрациями РБГ, радионуклидов йода и аэрозолей в атмосферном воздухе. Анализ показал, что при любых скоростях ветра, включая опасную скорость, приземные концентрации составляющих выброса на несколько порядков ниже их ДК в атмосферном воздухе.

Необходимо подчеркнуть, что объемный расход выбрасываемых газов и их активность, принятые в расчете, характерны для нормального режима работы АЭС. Для аварийных режимов необходимо провести дополнительные исследования поля концентрации примесей выброса рассматриваемой АЭС.

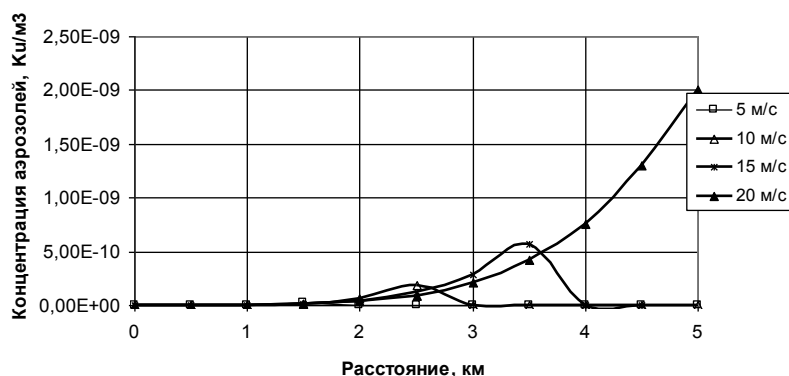


Рис.2. График распределения концентрации аэрозолей при различных скоростях ветра

Для аварийных режимов проведены дополнительные расчеты поля концентрации примесей выброса рассматриваемой АЭС. Максимальная приземная концентрация составила $11,9 \cdot 10^{-6}$ мКи/м³ – на расстоянии от трубы 731 м при опасной скорости ветра 0,85 м/с. Направление радиоактивного следа в приземном слое атмосферы при аварийном выбросе соответствует розе ветров района с преобладающим среднегодовым южным румбом.

Таблица

Концентрация активности в приземном слое атмосферы при аварийном выбросе АЭС

	Скорость ветра, м/с			
	Опасная: 0,85	2	6	10
Расстояние от трубы до точки максимальной концентрации в приземном слое атмосферы, м	731	1045	2140	3236
Максимальная приземная концентрация, мКи/м ³	$11,9 \cdot 10^{-6}$	$7,85 \cdot 10^{-6}$	$2,67 \cdot 10^{-6}$	$1,58 \cdot 10^{-6}$

При аварийном выбросе АЭС направление радиоактивного облака и поле концентраций в приземном слое атмосферы будут соответствовать розе ветров района с преобладающим среднегодовым южным румбом.

Результаты моделирования будут использованы при проектировании сети радиационного мониторинга.

ВИДЫ ТЕХНОГЕННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ПОДЗЕМНЫЕ ВОДЫ В Г.ЧИТЕ

С.А. Гордиевская

Научный руководитель доцент Л.А. Васютин

Забайкальский государственный университет, г. Чита, Россия

Из всех элементов геологической среды подземные воды обладают наибольшей динамичностью и скоростью ответной реакции на техногенные воздействия. На территории г. Читы загрязнению подвергаются подземные воды в зоне влияния золошлакоотвала ТЭЦ-1, городских очистных сооружений, предприятий на Большом Острове, Читинской автобазы, канализационно-насосной станции, расположенной на правом берегу р.Чита. Загрязнение подземных вод не является локальным процессом, оно тесно связано с загрязнением окружающей среды в целом. Поэтому изучение условий загрязнения подземных вод и их защищенности, прогнозирование процесса загрязнения и изменение качества подземных вод, выявление областей загрязнения, оценка их масштабов, изучение закономерностей движения загрязняющих веществ в подземных водах относится к числу актуальных задач.

Изучение состояния подземных вод на территории г. Читы выполняется в составе темы «Оценка антропогенных воздействий на геоэкологические условия урбанизированных территорий южной криолитозоны (на примере г. Читы)», регистрационный номер 01201066651. В настоящее время составлена схема глубин залегания грунтовых вод в центральной части города [1]. Анализ этой схемы дает возможность определить гидравлический уклон потока, защищенность подземных вод от загрязнения. Особенностью городских территорий является нарушенный гидрогеологический режим в связи с большой плотностью застройки, значительной площадью асфальтовых покрытий, сетью водонесущих коммуникаций.

Подземные воды Читинского месторождения испытывают всё возрастающую техногенную нагрузку вследствие как их интенсивной эксплуатации, так и загрязнения окружающей среды. Все водозаборы, обеспечивающие население питьевой водой, находятся в черте города, где сосредоточено наибольшее количество источников загрязнения. Загрязняющие вещества, обнаруженные в подземных водах Читинского месторождения в концентрациях, превышающих гигиенические нормативы – это: железо, марганец, аммоний, фтор, нитраты, сульфаты, нефтепродукты [2].

Техногенные воздействия на подземные воды в г.Чите связаны со следующими факторами: отбором подземных вод; объектами энергетического комплекса; прочими объектами – очистные сооружения,

осуществляется в хорошо развитую гидрографическую сеть, образуя многочисленные родники в долинах рек [4].

Водоснабжение города Томска

Водоснабжение г. Томска осуществляется за счет эксплуатации подземных вод. Наиболее крупными источниками водоснабжения являются 2 водозабора: Томский и Академический.

Объектом наших исследований являются питьевые воды водозабора Академгородка, поэтому более подробно остановимся на нем. Водозабор подземных вод Академгородка, эксплуатирующийся с 1975 года, расположен на левом берегу р. Ушайки в 1,5 км западнее с. Заварзино. Водозабор является единственным источником хозяйственно-питьевого водоснабжения Академгородка [3].

Эксплуатируются подземные воды палеозойских образований, приуроченных к доюрским структурам Кольвань-Томской складчатой зоны. Водовмещающие породы представлены кварцевыми и полевошпатово-кварцевыми песчаниками, глинистыми сланцами, аргиллитами, алевролитами и диабазами, нарушенными дизъюнктивами. Породы обводнены, но в различной степени. Водообильность неравномерна, наиболее водообильна верхняя часть комплекса. Дебиты скважин изменяются от 0,1 до 5,8 л/сек. Уровни подземных вод устанавливаются на глубинах от 0 до 33-35 м [5].

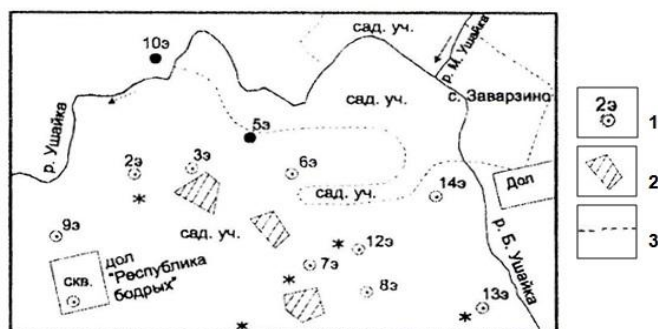


Рис. 2. Схема расположения скважин водозабора Академгородка
1 – скважина водозабора и ее номер, 2 – свалки мусора, 3 – территории выплывающего песка. 4 – граница садовых участков.

Водозабор представляет собой 9 эксплуатационных и 12 режимных скважин, глубиной 80-100 м (рис.2). Производительность – в пределах от 2380 до 3160 м³ в сутки. Скважины оборудованы насосом, мономером, водомером, устройством для измерения уровня воды. Из скважины вода поступает на станцию водоподготовки. Сначала она попадает в градирню для перевода железа в нерастворимую форму (Fe³⁺) и для удаления газов. Затем вода попадает в фильтрованный зал, состоящий из 8 фильтров. После этого вода уходит в резервуар для

чистой воды. Также водозабор оснащен хлоратором [1].

Результаты исследования.

Таблица

Химический состав питьевых вод микрорайона Академгородка, мг/л

Примечание: прочерк – нет данных, * – расчетная величина, ** – без учета Na⁺.

Компонент	Академический 4	Вавилова 10	Академический 108	Родник Академический [6]	Сан-Пин	Скважины 2а, 7а (2000г)[6]	Томский водозабор (среднее)[2]
Fe общ	0,8	0,8	0,4	-	0,3	1,5	4,4
Fe ³⁺	0,6	0,6	0,3	-	-	-	2,3
Fe ²⁺	0,2	0,2	0,1	-	-	-	2,0
Общая жесткость, мг-экв/л	5,4	6,0	5,95	6,6	<7	6,5	3,8
HCO ₃ ⁻	481,9	573,4	640,5	406	-	415	345
NO ₂ ⁻	<0,01	<0,01	<0,01	0,4	до 3	0,03	0,004
NH ₄ ⁺	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	до 2,5	0,6	0,62
CO ₂ ⁻	13,2	48,4	35,5	-	-	-	19,8
pH	8,0	7,5	7,7	7,0	6-9	7,5	7,3
SO ₄ ²⁻	<25	<25	<25	0,3	500	26	-
Cl ⁻	3,0	2,5	2,5	2,1	350	2,6	6,2
Ca ²⁺	112	120	124	107	-	110	75,8
Mg ²⁺	31,7*	36,6*	34,1*	16	-	17	14,5
Na ⁺	-	-	-	-	до 200	-	14,3
Минерализация	653,6**	761,5**	826**	255 -355	1000	-	457,5

В процессе работы нами было отобрано 3 пробы подземных вод, расположенных по следующим адресам: пр. Академический, 4; ул. Вавилова, 10; мкр. Академический, 108. С помощью полевой лаборатории проведен химический анализ быстроизменяющихся компонентов, таких как: $\text{Fe}_{\text{общ}}$, Fe^{2+} , Fe^{3+} , HCO_3^- , NO_2^- , NH_4^+ , CO_2 , pH, общая жесткость, Cl, SO_4^{2-} , Ca^{2+} (табл.).

В ходе проведенных исследований установлено, что по химическому составу воды гидрокарбонатные кальциевые с содержанием HCO_3^- от 480 до 640 и Ca от 112 до 124 мг/л, пресные с минерализацией от 653 до 826 мг/л, слабощелочные со значениями pH 7,5-8, жесткие (жесткость около 6 мг-экв/л).

По сравнению с родником Академическим, расположенным на правом берегу р. Ушайки и являющимся одним из самых популярных родников у жителей г. Томска, воды из скважин водозабора более жесткие, с большим содержанием карбонатов, хлора, кальция. Несмотря на то, что вода из родника по данным показателям соответствует ГОСТу «Вода питьевая», не стоит забывать, что в роднике она не проходит очистку от микроорганизмов, в результате чего она может быть опасной. Химический состав исследуемых вод отвечает нормам СанПина, но незначительно превышено содержание $\text{Fe}_{\text{общ}}$ и составляет 0,4 – 0,8 мг/л.

Так же мы сравнили химический состав воды, не прошедшую очистку, с химическим составом подземных вод из Томского и Академического водозаборов. Вода из скважин Томского водозабора пресная, слабощелочная, жесткая, гидрокарбонатная кальциево-магниевая или кальциево-натриевая. Все показатели, кроме $\text{Fe}_{\text{общ}}$, в пределах нормы. По сравнению с водой из скважин водозабора Академгородка, вода из Томского водозабора мягче, с меньшим содержанием Ca^{2+} , но с большим содержанием $\text{Fe}_{\text{общ}}$, Cl.

Исходя из этого, можно сделать вывод: вода из скважин водозабора Академгородка отвечает требованиям СанПина и пригодна для питья.

Литература

1. Дутова Е.М., Емельянова Т.Я., Кузеванов К.И. Основы практической гидрогеологии и инженерной геологии. – Томск: Изд-во ТПУ, 2006. – С.26-29.
2. Зуев В.А., Картавых О.В., Шварцев С.Л. Химический состав подземных вод Томского водозабора. // Обской вестник. – Томск, 1999. - №3-4. – С. 71.
3. Ляпина Е.Е. и др. Отчет по учебной экологической практике, 2001. – 54 с.
4. Наливайко Н.Г., Кузеванов К.И., Дутова Е.М. Экогеохимические особенности родников г.Томска. // Обской вестник. – Томск, 2001.– №1. – С. 89-90.
5. Пасечник Е.Ю. Эколого-геохимическое состояние природных вод территории г.Томска. – С. 160.
6. Шварцева Н.М., Манылова Л.С. Эколого-геохимическое состояние природных вод в пределах Академгородка г.Томска //«Проблемы поисковой и экологической геохимии Сибири»: Научная конференция –Томск, 2003. – С. 286-289.

ИЗУЧЕНИЕ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ТОРФОВ ТЕРРИТОРИИ НИЖНЕГО ТЕЧЕНИЯ Р. ТОМИ

Н.Н. Дербенева

Научный руководитель доцент В.В. Крамаренко

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет,
г. Томск, Россия*

В связи с широким развитием инженерной деятельности человека возникла необходимость строительства различных сооружений на обширных заболоченных территориях, и как следствие, необходимость использования торфов в качестве их основания. Поэтому необходимо учитывать и качественно оценивать физико-механические свойства торфов и их показателей при строительстве.

Важнейшей целью инженерно-геологических изысканий является изучение физико-механических свойств торфов, выявление и анализ закономерностей их изменения на изучаемой территории. Задачами данной работы являлось систематизация и анализ фондовых материалов, а также, описание инженерно-геологических условий района. Объектами исследования стали болотные массивы Томского района Томской области: «Чангарское», «Рыжиково», «Клюквенное», «Ольгино», «Усть-Кандинское», «Таган» и «Песчаное». При выполнении работы были использованы материалы предоставленные НИ ТПУ. Исследования проводились с учетом методик приведенных в нормативных документах.

Согласно болотному районированию территории Томской области по Ю.А. Львову изучаемые болотные массивы находятся в Нарымской провинции Юкондинского, Шегарского и Обь-Томского района [1]. На изучаемой территории по геоморфологическим особенностям распространены болота пойменного, террасового и водораздельного типа. В значительной степени преобладают на террасах и в поймах еврофные, на водоразделах располагаются олиготрофные и мезотрофные болота. Из всего многообразия болотных ландшафтов на изучаемой территории расположено 4 основных типа болотных ландшафтов [2], это высокотравные (тростниково-крупноосоковые) пойменные болота; лесные болота или согры; низкотравные осоково-моховые топяные болота; 4 – выпуклые сосново-кустарничково-сфагновые болота.

Наиболее распространены выпуклые болота сосново-кустарничково-сфагнового типа на правобережных высоких террасах Томи. Выпуклая поверхность обусловлена оптимальными климатическими условиями торфонакопления, преобладания осадков над испарением. Данный тип болотного ландшафта встречается на террасах и в поймах рек. Они характеризуются наличием всех типов залежи. Самыми яркими представителями данного типа ландшафта являются торфяные месторождения «Клюквенное», «Большое Клюквенное» и

«Коржавинское», которые сливаются друг с другом, образуя единую болотную систему. Выделено 3 фитоценоза – сосново-кустарничково-сфагновый верховой тип, древесно-осоковый переходный и древесно-осоковый низинный. Еще один тип болотных ландшафтов, лесные болота или согры, приурочен в основном к водораздельным равнинам, но также может наблюдаться и на болотах расположенных в поймах рек.

Другой тип болотного ландшафта это высокотравные (тростниково-крупноосоковые) пойменные болота встречается на месторождениях «Усть-Кандинское», «Чагинское и «Таган». Залежь верхового типа, сфагновая (сфагнум – 90 %, осока – 10 %). Переходная и низинная группа, представлены сфагновым и древесно-тростниковым видами. В геоморфологическом отношении, как правило, высокотравные тростниково-крупноосоковые болота расположены в поймах рек. Низкотравные осоково-моховые топяные болота встречаются значительно реже и представляют собой менее залесенные участки. Характеризуются они доминированием низкорослых осок и осокоподобных трав, из мхов встречаются сфагновые либо гипновые, древесный ярус представлен низкорослыми деревьями березой пушистой и сосной.

Любое исследование болота должно быть комплексным: охватывать растительный покров, состав торфяной залежи, рельеф поверхности и дна болота, и гидрологические условия, и конечно состав и свойства торфяных грунтов. Каждый тип болотного ландшафта располагается на определенном геоморфологическом элементе (или нескольких). В свою очередь болотный ландшафт определяет тип залежи, состав и значения характеристик свойств типичных торфов. Нами были отобраны и проанализированы образцы наиболее распространенные на изучаемой территории виды торфа, представители моховой, травяной и древесной групп, для которых согласно [3,4,5] определены классификационные показатели и показатели деформационных и прочностных свойств.

Образец, отобранный на верховом участке торфяного месторождения «Клюквенное» по составу малозольный, малоразложившийся фускум-торф; средние значения показателей физических свойств: естественная влажность (w) составляет 10,9 д.е., плотность $\rho=1,02$ г/см³, плотность сухого грунта $\rho_d=0,09$ г/см³, плотность частиц грунта $\rho_s=1,50$ г/см³, пористость $n=0,96$ г/см³, коэффициент пористости $e=16,5$ г/см³, степень водонасыщения $S_r=0,99$ г/см³. Для данного образца была построена компрессионная кривая, из которой следует, что торф обладает чрезвычайной сжимаемостью (рис. 1, а). При нагрузках 0,025-0,05 МПа (до структурной прочности) значение модуля деформации составили 0,52 МПа, при нагрузках 0,05-0,10 МПа – 0,033 МПа. Угол внутреннего трения составляет 17°, сцепление 0,013 МПа.

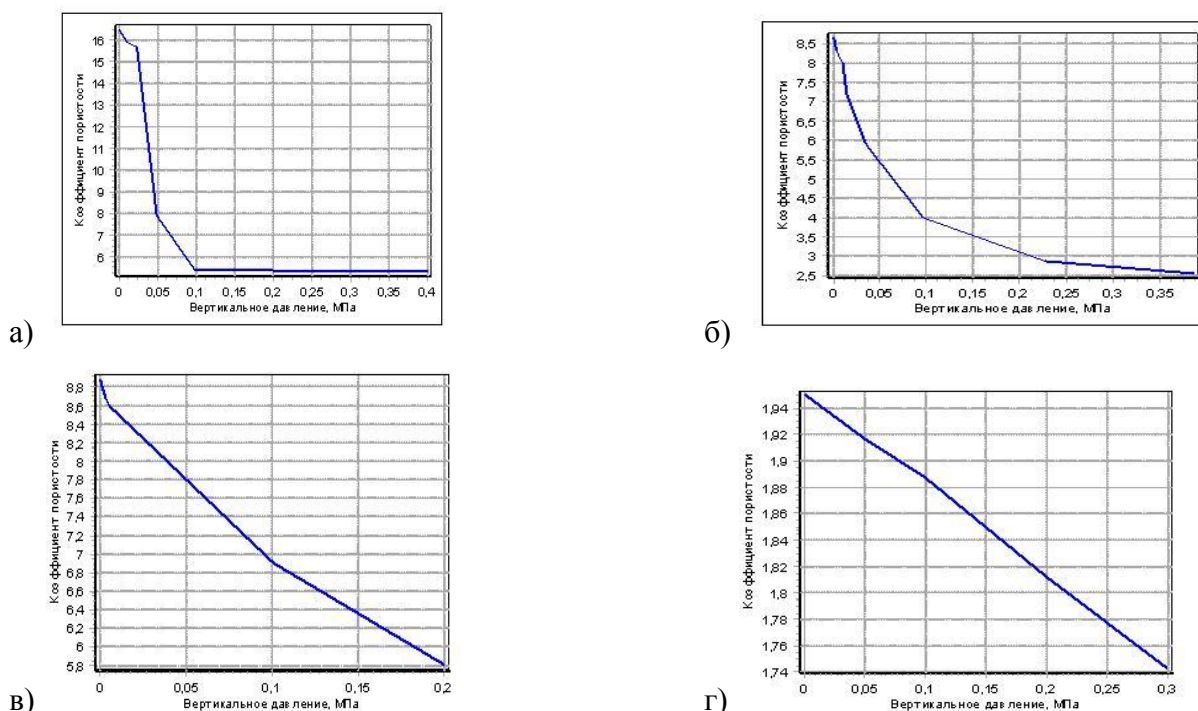


Рис. Компрессионные кривые: а) сфагнового фускум-торфа, б) вахтово-осокового, в) древесного березового торфа, г) погребенного древесного торфа

Физические и механические свойства низинного торфа проанализированы на основе данных полученных из шурфов рядом с п. Тимирязево и п. Кандинка. Низинный торф представлен несколькими образцами травяной и древесной групп и образцом погребенного древесного торфа.

Образец вахтово-осокового малоразложившегося малозольного торфа, отобранного рядом с п. Тимирязево на безымянном массиве, характеризуется следующими средними значениями показателей: влажность $w=5,51$ д.е., плотность $\rho=1,01$ г/см³, плотность сухого грунта $\rho_d=0,16$ г/см³, плотность частиц грунта $\rho_s=1,50$ г/см³, коэффициент пористости $e=8,67$ д.е., степень водонасыщения $S_r=0,95$). При нагрузках 0-0,10 МПа значение модуля деформации составили 0,21 МПа, при нагрузках 0,10-0,20 МПа – 0,75 МПа, при нагрузках 0,20-

0,30 МПа – 3,55 МПа. Значение угла внутреннего трения составляет 6° , сцепление 0,022 МПа. Угол внутреннего трения составляет 9° , сцепление 0,022 МПа.

Образец низинного торфа представлен древесным видом малоразложившегося малозольного торфа, влажность его составила $w=5,51$ д.ед., плотность $\rho=1,02$ г/см³, плотность сухого грунта $\rho_d=0,18$ г/см³, плотность частиц грунта $\rho_s=1,50$ г/см³, коэффициент пористости $e=8,82$ д.ед., степень водонасыщения $S_r=0,95$. При нагрузках 0-0,003 МПа значение модуля деформации составили 0,095 МПа, при нагрузках 0,003-0,06 МПа – 0,02 МПа, при нагрузках 0,06-0,10 МПа – 0,34 МПа, при нагрузках 0,100-0,200 МПа – 0,56 МПа. Значение угла внутреннего трения составляет 6° , сцепление 0,022 МПа.

Четвертый образец, отобранный из скважины с глубины 10,5 м, представлен разновидностью погребенного древесного слабо-разложившегося малозольного торфа (рис. 1, г): влажность $w=0,70$ д.ед., плотность $\rho=1,43$ г/см³, плотность сухого грунта $\rho_d=0,84$ г/см³, плотность частиц грунта $\rho_s=2,48$, коэффициент пористости $e=1,95$, степень водонасыщения $S_r=0,89$. При нагрузках 0-0,05 МПа значение модуля деформации составили 2,77 МПа, при нагрузках 0,05-0,10 МПа (до структурной прочности) – 3,10 МПа, при нагрузках 0,10-0,20 МПа – 2,43 МПа, при нагрузках 0,20-0,30 МПа – 2,68 МПа.

В результате проделанной работы было выявлено, что геоморфологическое положение залежи определяет такие характеристики как тип, вид торфа, зольность, обводненность залежи. Для болот поймы и низких террас характерны, в основном, залежи низинного типа, часто большой мощности, сложенные гипновыми, осоковыми и древесными видами. На более высоких террасах и водораздельных равнинах, где болота выходят из-под влияния подземных вод и начинает доминировать бедное атмосферное питание, развиваются залежи переходного и верхового типов с преобладанием залежей представленных сфагновыми торфами. С переходом от водораздельной равнины к пойме отчетливо увеличивается зольность ($D_{зв}$), степень разложения торфов ($D_{фр}$), и как следствие – уменьшается влажность (W). Заметна тенденция на некоторое увеличение средней мощности залежи.

В результате анализа проведенных испытаний было выявлено, что верховой тип торфа, представленный фускум-торфом, имеет более худшие характеристики физико-механических свойств: низкое значение плотности, повышенная влажность, а также большой коэффициент пористости делают данный вид торфа сильносжимаемым, а следовательно наиболее неблагоприятным для использования его в основании сооружений. Низинный вид торфа на изучаемом участке представлен торфами травяной и древесной группы. Торфа низинного типа отличаются более низким значением коэффициентов пористости, более высокими значениями плотностей и низкой влажностью. Показатели физико-механических свойств имеют близкие значения, которые несколько лучше, чем у верхового торфа. Наиболее оптимальными характеристиками физико-механических свойств обладает погребенный торф, высокая плотность и сцепление, низкое значение коэффициента пористости, делает его наиболее пригодным для использования в качестве оснований.

Литература

1. Львов Ю.А. Болотные ресурсы // Природные ресурсы Томской области / Под ред. Дюкарева А.Г. – Новосибирск: Наука, 1991. – С. 67 – 83.
2. Лапшина Е.Д. Флора болот юго-востока Западной Сибири. – Томск: Изд-во Том. ун-та, 2003. – 296 с.
3. ГОСТ 12248–96 Грунты. Методы лабораторного определения характеристик прочности и деформируемости.
4. ГОСТ 11306–94 Торф. Методы определения зольности.
5. ГОСТ 28245-89 Торф. Методы определения ботанического состава и степени разложения.

ГЕОХИМИЧЕСКАЯ ЗОНАЛЬНОСТЬ ПОДЗЕМНЫХ ВОД КУЗБАССА

Е.В. Домрочева

Томский филиал Института нефтегазовой геологии и геофизики им. А.А. Трофимука СО РАН,
г. Томск, Россия

Кузбасс в настоящее время привлекает внимание как крупнейшая сырьевая база для добычи метана из угольных пластов [4]. Планируемая добыча требует детального исследования не только тектоники, но и многих других параметров, в том числе, гидрогеохимических, изученность которых крайне слаба. Кроме этого, серьезным препятствием для достижения поставленной цели является отсутствие достаточного количества гидрогеологических наблюдений.

Как показано в предыдущих работах [3,6], в Кузбассе выделяются 3 гидродинамические зоны – активного, замедленного и весьма замедленного водообмена. Геохимические особенности подземных вод так же определяют характер этих зон (табл.).

Подземные воды зоны *активного водообмена* распространены в верхней части водоносного комплекса палеозойских угленосных отложений. Для этой зоны характерно развитие гидрокарбонатных кальциевых, кальциево-натриевых, натриево-кальциевых вод. Изученные воды повсеместно пресные с минерализацией до 1 г/л (табл.), чаще нейтральные со средним значением pH – 7,5. Содержание составляет HCO_3^- 0,4, реже до 0,9 г/л; Са – до 0,05 г/л, Na в среднем – 0,05; Cl – 0,006 г/л (табл.).

Таблица

Осредненный химический состав подземных вод различных зон водообмена на территории Кузбасса, мг/л

Водообмен	Глубина нахождения, м	pH	Na ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	HCO ₃ ⁻	Общая минерализация
Активный	<35-400, реже до 600	7,5	49,3	50,2	20,8	5,6	15,6	357	488
Замедленный	> 35-2000	8,7	1601,8	20,1	9,79	1325	164,5	1630,8	4726
Весьма замедленный	>2000	-	12020	35	16,7	10982	1748	10956	35700

Воды этой зоны распространены до глубины ориентировочно 100-150м, хотя данная граница условна для разных районов Кузбасса, т. к. на отдельных участках она может увеличиваться, например, до 460м в Ерунаковском районе и до 550 м в Томь-Усинском. Это обуславливается интенсивностью водообмена и проницаемостью отложений. Наибольшая мощность этой зоны связана с участками максимального развития экзогенной трещиноватости, а так же зависит от структурных особенностей территории. В целом же, мощность зоны пресных вод не всегда соответствует гидродинамической зоне активного водообмена и в среднем является более высокой. В пониженных участках рельефа мощность зоны минимальна, а на водоразделах она достигает максимальных величин. Например, в Ерунаковском районе, в пределах центральной части Талдинской брахисинклинали, ее величина составляет более 360 м; повышенные ее значения отмечаются в южной части Жерновской антиклинали и на Новоказанской площади.

Основные факторы определяющие такой тип вод: большое количество атмосферных осадков, маломощность четвертичных отложений, значительная густота и глубина вреза гидрографической сети и др. Сложившиеся гидрогеологические условия на рассматриваемой территории: чередование разнопроницаемых и моноклинально залегающих отложений, равнинный рельеф, а также распространение верхнего хорошо проницаемого горизонта, способствуют быстрому проникновению атмосферных осадков на такую глубину, при которой исключается испарение и, следовательно, развитие процессов континентального засоления; все это способствует формированию пресных подземных вод. С глубиной роль таких факторов уменьшается, что ведет к увеличению минерализации и изменению химического состава подземных вод. Окислительная обстановка сменяется восстановительной.

Следует отметить, что в отдельных случаях минерализация подземных вод может возрастать до 2-3 г/л и воды тогда становятся гидрокарбонатно-сульфатного натриевого, реже сульфатного хлоридного состава. Подобная картина наблюдается на участках континентального засоления и является исключением. Таким же исключением являются и зоны техногенного загрязнения. Эти различия в химическом составе вод зоны активного водообмена на площадях развития различных водоносных подразделений выражаются в пестроте их химического состава.

Для зоны замедленного водообмена характерны достаточно сложные гидрогеохимические условия. В основном она заполнена гидрокарбонатными натриевыми (содовыми) водами, что подтверждает вывод, сделанный Г.М. Роговым и В.К. Поповым [5]. Они отмечали развитие содовых вод до глубины ~ 1 км, но по нашим данным они развиты шире, чем представлялось ранее, и мы находим их на глубинах до 2 км [2, 3]. Это воды с минерализацией от 1 (реже 0,6) до 5-6 г/л, щелочные с pH = 8,3-10,4. Химический состав вод этой зоны в первую очередь определяется стадией взаимодействия воды с горными породами. Именно поэтому в данной зоне увеличивается содержания HCO₃ от 0,5 до 6,5 г/л, Na до 2,5 г/л и незначительно увеличивается Cl до 1,3 г/л; содержание Ca уменьшается до 0,02 г/л. Кроме того, местами редко, локально распространены сульфатные натриевые воды, минерализация которых доходит до 9,5 г/л. Эти воды связаны с алюмосиликатными породами. Они насыщены к карбонатным образованиям. Подобные воды, например, отмечаются, на территории Талдинского участка (Ерунаковский район). Умеренно солоноватые воды замедленного водообмена, характеризуются средним содержанием жирных кислот до 13, летучих с водяным паром – до 15, гуминовых – до 5, фульвокислот – до 9,6 мг/л. В составе газа преобладает метан.

Как уже отмечалось выше, именно содовые воды в Кузбассе пользуются большим распространением, несмотря на то, что они относятся к разнообразным по условиям залегания, типам вод. В некоторых случаях верхняя граница располагается на глубинах <100м. Например, в Ерунаковском районе они встречаются с глубины 35 м, в Томь-Усинском с 50 м, на территории Березовоярского участка с 41 м. Появление

гидрокарбонатных натриевых вод в различных районах Кузнецкого бассейна, в структурах фундамента и среднего этажа, свидетельствует об исключительно широком их развитии в пределах всей водонапорной системы [5]. В целом же содовые воды в Кузбассе, по мнению многих исследователей [2,5,1], пользуются практически повсеместным распространением, начиная с глубин 100-300 метров. При этом с глубиной содержание соды в них возрастает, т.к. важнейшим фактором содообразования является водообмен, интенсивность которого уменьшается с глубиной.

В целом, с глубиной общая минерализация воды значительно возрастает. Как уже отмечено, этот рост происходит за счет увеличения содержаний HCO_3 и Na, которые связаны прямой корреляционной зависимостью между собой и общей минерализацией воды.

Кроме этого, иногда встречаются воды с повышенным содержанием сульфат-иона и в меньшей степени хлора. Изученные сульфатно-натриевые воды приурочены к горизонтам горельников и распространены по территории локально имея минерализацию 4-7,1 г/л. Но это общая картина. В отдельных же скважинах иногда отмечается обратная зависимость. Так, в скважине 16116 соленость воды с глубины 595 до 1197 м уменьшается от 7,1 до 2,0 г/л; в скважине 16320 – рост солености незначителен. Одна из причин такого поведения солености вод с глубиной связана с неодинаковой, как это было показано выше, проницаемостью геологического разреза. Соответственно в более проницаемых зонах, где водообмен выше, соленость воды ниже и наоборот.

Подземные воды зоны *весьма замедленного водообмена* – это воды хлоридного, хлоридно-гидрокарбонатного типа (содержание Cl^- до 11 г/л, HCO_3^- до 10,9 г/л) с преобладающим катионом – натрием (до 12 г/л) (табл.). Именно по переходу гидрокарбонатных натриевых вод в типичные минерализованные хлоридные натриевые и устанавливается граница между зонами замедленного и весьма замедленного водообмена. Последняя выделяется нами условно по результатам опробования Абашевской скважины, в которой вскрыты рассолы с минерализацией до 35 г/л. Стоит отметить, что подземные воды данной зоны в Кузнецком бассейне почти не изучены. Это, скорее всего, в отличие от подземных вод двух верхних зон, имеющих инфильтрационное происхождение, являются остатками древних седиментационных вод.

На основании приведенного материала видно, что на территории Кузбасса распространена прямая вертикальная гидрогеохимическая зональность подземных вод, которая определена общей историей палеогидрогеологического развития бассейна. Источником поступления инфильтрационных вод являются атмосферные осадки, проникающие в систему из областей питания. По мере погружения воды на большую глубину соленость ее, как мы установили выше, растет. Т.е. состав и величина общей минерализации подземных вод обусловлены временем взаимодействия с горными породами: чем медленнее она движется, тем длиннее ее путь и чем глубже она просачивается, тем выше соленость. Однако на локальных участках она нарушается глубиной разгрузки, которая определяется особенностями фильтрационных параметров трещинных коллекторов и, как следствие, локальной степенью дренируемости опробуемых массивов. Тогда на глубинах 50-100 м мы встречаем минерализованные щелочные метановые воды, например в Ерунаковском и Томь-Усинском районах, а также на территории Грамотеинского участка. Кроме этого, имеются данные о вскрытии термальных вод на глубине 600-700 м в д. Уроп (Центральный район) [5].

Литература

1. Аникин А.И., Людви́г В.М., Шварцев С.Л. Геохимия подземных вод давсонитоносных пород Березовоярского участка (Кузбасс) // Обской вестник, – Томск, 2001, – №1. – С.65-69.
2. Геологическая эволюция и самоорганизация системы вода-порода. Том 2. Система вода-порода в условиях зоны гипергенеза. / Шварцев С.Л. и др. – М.: Изд-во СО РАН, 2007. – 389 с.
3. Домрочева Е.В. Гидрогеохимические особенности угольных районов юга Кузбасса Д: автореф. дис. канд. геол.-мин. наук – Томск, Изд-во ТПУ, 2005. – 22 с.
4. Карасевич А.М., Хрюкин В.Т., Зимаков Б.М. и др. Кузнецкий бассейн – крупнейшая сырьевая база промышленной добычи метана из угольных пластов. – М.: Издательство Академии горных наук, 2001. – 64 с.
5. Рогов Г.М., Попов В.К. Гидрогеология и катагенез пород Кузбасса. Томск: Изд-во Томского университета, 1985. – 191 с.
6. Шварцев С.Л. Хрюкин В.Т., Домрочева Е.В. и др. Гидрогеология Ерунаковского района Кузбасса в связи с проблемой образования ресурсов и добычи угольного метана // Геология и геофизика, – М., 2006 – вып. 47 – №7. – С.878-889.

ГЕОХИМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ПОДЗЕМНЫХ ВОД СРЕДНЕКЕМБРИЙСКОГО ВОДОНОСНОГО КОМПЛЕКСА ВЕРХНЕ-МУНСКОГО КИМБЕРЛИТОВОГО ПОЛЯ

А.В. Жданов

Научный руководитель доцент С.В. Алексеев

*Институт земной коры Сибирского отделения Российской академии наук,
г. Иркутск, Россия*

Верхне-Мунское кимберлитовое поле расположено на юго-восточном крыле Анабарской антеклизы в бассейне р. Муны – левого притока р. Лены (рис.). В административном отношении относится к Оленёкскому и частично Жиганскому районам Якутии [3].

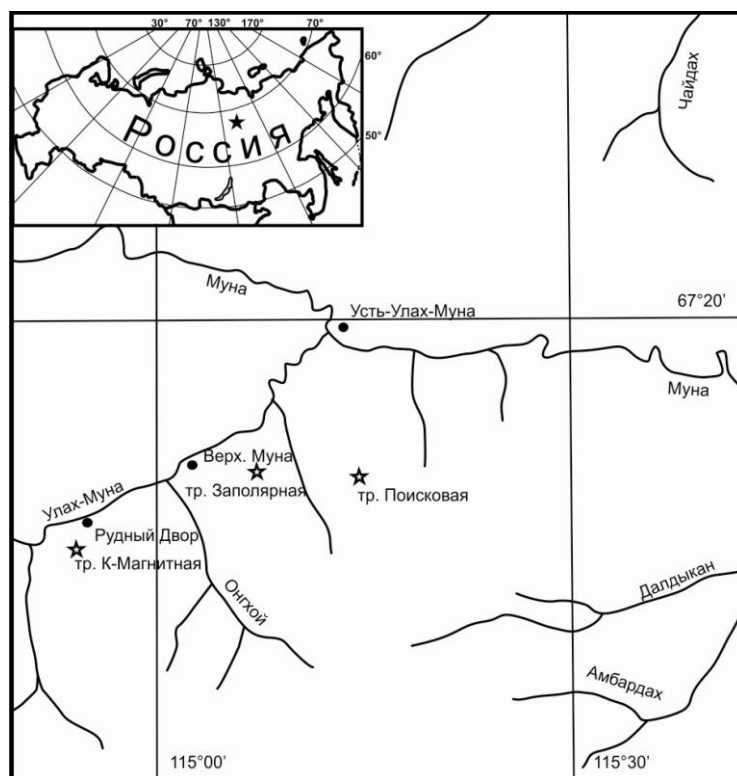


Рис. Положение Верхне-Мунского кимберлитового поля

Глубина исследований кимберлитовых трубок с оценкой гидрогеологических условий вмещающих осадочных толщ изменялась от 350 (в пределах тр. Поисковой) до 500 м. (район тр. Заполярной). Установлено, что разрез осадочного чехла сложен современными, верхне- и среднекембрийскими отложениями.

Современные отложения представлены маломощными (до 3,5 м.) делювиально-элювиальными щебенисто-дресвяными грунтами с глинистым заполнителем.

Верхнекембрийские отложения представлены известняками, известняками доломитизированными, глинистыми известняками чукукской и мархинской свит. Мощность чукукской свиты колеблется от 45-50 м. (в пределах тр. Комсомольская-Магнитная) до 101 м. (район тр. Поисковая). Отложения мархинской свиты мощностью 27,2 м. зафиксированы лишь в районе трубки Поисковой в скважине 502-Г. Верхнекембрийские отложения в основном трещиноватые и полностью проморожены.

С глубины от 46,2 до 129,5 м. залегают карбонатные отложения зеленоцветной свиты среднего кембрия. Толщи осадочных пород представлены двумя подсвитами: верхней, так называемым силигирским горизонтом, и нижней – джахтарским горизонтом. Верхнюю подсвиту слагают серые известняки с прослоями серо-зеленых глинистых известняков, которые полностью проморожены. Мощность подсвиты изменяется от 85,4 до 105,1 м. Нижняя подсвита представлена известняками глинистыми, песчаниковидными, известняками доломитистыми, известняками доломитовыми, доломитами известковистыми и их переслаивающимися разновидностями.

Вскрытая мощность нижней подсвиты составляет 127-323 м. Ниже яруса мерзлых толщ в разрезе криолитозоны распространен первый подмерзлотный водоносный горизонт, относящийся к водоносному комплексу в средне-кембрийских отложениях.

Среднекембрийский водоносный комплекс вскрыт на глубинах от 244,0 до 296,4 м. Воды напорные, установившийся уровень зафиксирован на глубинах 189 (скважина 503-Г) – 282 м. (скважина 502-Г). Величина напора изменяется от 6-10 (в пределах тр. Заполярная и Поисковая) до 68-104 м. (район тр. Комсомольская-Магнитная).

Подземные воды среднекембрийского водоносного комплекса были отобраны из скв. 503-Г (гл. 257-400 м.), скв. 503-НГ (гл. 200-400 м.), скв. 501-Г (гл. 242-500 м.), скв. 501-НГ (гл. 244-450 м.), скв. 502-Г (гл. 288 м.). В скв. 503-Г при вскрытии водоносного комплекса на гл. 257 м. подземные воды по составу хлоридные натриево-кальциево-магниевые. Минерализация составляет 95,4 г/дм³, значение *pH* равно 6,6. С глубиной происходит изменение состава на хлоридный кальциево-натриево-магниевый. Минерализация повышается до 111-120 г/дм³, среднее значение *pH* составляет 5,6. Хлор-бромный коэффициент варьирует от 90,4 до 74,5, натрий-хлорный от 0,27-0,32.

В скважине 503-НГ подземные воды, отобранные при вскрытии водоносного комплекса на глубине 296 м. имеют хлоридный натриево-кальциево-магниевый состав, минерализация равна 95,5 г/дм³, значение *pH* составляет 6,2. С глубиной увеличивается доля натрия и уменьшается доля магния и кальция. Минерализация повышается до 111,6 г/дм³. Средние значения хлор-бромного и натрий-хлорного коэффициентов составляют 91,1 и 0,44.

В скв.501-Г подземные воды по составу хлоридные кальциево-магниево-натриевые. Минерализация составляет 104,6 г/дм³, значение *pH* равно 6,2. Хлор-бромный и натрий-хлорный коэффициенты составляют 73,2 и 0,41.

В скв. 501-НГ – хлоридные кальциево-натриево-магниево-натриевые воды с глубины 350 м. меняют свой состав на хлоридный кальциево-магниево-натриевый. Средняя минерализация изменяется от 88,7 до 122 г/дм³, значение *pH* составляет в среднем 6,1. Хлор-бромный и натрий-хлорный коэффициенты равны 77,8 и 0,34.

В скв. 502-Г подземные воды были вскрыты на гл. 288 м. Состав рассолов хлоридный кальциево-натриево-магниево-натриевый, минерализация составляет 83,8 г/дм³, *pH* равен 6,5. Хлор-бромный коэффициент составляет 70,2, натрий-хлорный 0,29.

Подземные воды Верхне-Мунского кимберлитового поля отличаются практически повсеместной газонасыщенностью. По составу растворенные газы преимущественно азотные. Величина общей газонасыщенности рассолов варьирует от 0,008 до 0,95 м³/м³. При этом отмечается общая закономерность увеличения ее в юго-западном направлении и с глубиной. Содержание азота в газовой смеси составляет 94,0-97,5 %, углекислый газ присутствует в количествах от 1,3 до 2,8 % объема с тенденцией увеличения его содержания с глубиной. Углеводородных газов зафиксировано 0,3-0,6 %, среди них преобладает метан. Присутствуют водород и гелий. Содержание гелия не превышает 0,75 % объема от общей газонасыщенности. Наличие сероводорода не отмечено [3].

Подмерзлотные соленые воды и рассолы среднекембрийского водоносного комплекса Верхне-Мунского кимберлитового поля относятся к седиментогенным метаморфизованным, т. к. обладают химическим составом и рассчитанными геохимическими коэффициентами свойственными для этого типа вод [1,2]. На данной территории в кембрийское время находился обширный водоем. Морские воды, содержащиеся в донном осадке, с течением геологического времени были захоронены и подверглись метаморфизации. Высокие концентрации таких микроэлементов как магний, литий, бром позволяют отнести подземные воды к промышленным.

Литература

1. Алексеев С. В. Криогенез подземных вод и горных пород / С. В. Алексеев. – Новосибирск: Издательство СО РАН НИЦ ОИГГМ, 2000. – 117 с.
2. Алексеев С.В. Криогидрогеологические системы Якутской алмазоносной провинции / С. В. Алексеев. – Новосибирск: Академическое издательство “ГЕО”, 2009. – 320 с.
3. Дроздов А. В. Криогидрогеология алмазных месторождений Западной Якутии / А. В. Дроздов, Н. А. Иост, В. В. Лобанов – Иркутск: ИРГТУ, 2008. – 508 с.

ОЦЕНКА АГРЕССИВНОСТИ ГРУНТОВЫХ ВОД ТЕРРИТОРИИ СОВЕТСКОГО НЕФТЯНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ (ТОМСКАЯ ОБЛАСТЬ)

В.В. Иваненко

Научный руководитель доцент Л.А. Строкова

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет,
г. Томск, Россия*

Ежегодно на объектах нефтегазового комплекса регистрируется несколько сотен аварий на нефтепроводах и на водоводах. Основное число аварий на трубопроводах случается в результате быстрой коррозии труб. Наибольшее количество аварий по АОА «Томскнефть» ВНК зафиксировано в Александровском районе на Советском нефтяном месторождении.

Целью работы явилась оценка агрессивности грунтовых вод территории этого месторождения. Основными задачами настоящих исследований стали следующие: характеристика в пределах месторождения геологического строения четвертичных отложений, возникающих в них природных геологических и техногенных процессов и явлений; оценка динамики изменения химического состава и минерализации грунтовых вод в связи с изменением их уровня, температуры и прогноз изменения агрессивности среды.

В административном отношении данное месторождение находится на территории Томской области и на Нижнеартовского района Тюменской области.

Орографически это плоская сильно заболоченная равнина с общим незначительным уклоном в сторону р. Оби. Абсолютные отметки поверхности колеблются от 37 м (в долине р. Оби) на юге и до 65 м на севере.

Основной водной артерией района является р. Обь, протекающая в широтном направлении в юго-восточной части территории, с ее притоками первого и второго порядка: протока Пасол, р. Мугалинка, р.Медведевка.

Климат района по данным Александровской метеостанции – резко континентальный с продолжительной суровой зимой и коротким жарким летом. Среднегодовая температура воздуха – 3,4 °С. Среднегодовое количество осадков – 469 мм, причем основная их часть (до 372 мм) выпадает в теплый период с марта по октябрь. Преобладающее направление ветров юго-восточное и юго-западное. Летом часты ливни, грозы. Количество осадков превосходит величину испарения [3].

По характеру водного режима реки относятся к типу с весенне–летним половодьем и паводками в тёплое время года. Поэтому в многоводные годы максимальные уровни воды малых водотоков, протекающих по поверхности поймы и первой надпойменной террасы крупных рек гидравлически зависят от уровней затопления

террасовых поверхностей. В пойме р. Оби в районе исследуемой территории горизонт высоких вод при 1% обеспеченности составляет 43.20м, при 10% обеспеченности составляет 41.80м. Следовательно, изучаемая территория, характеризуется постоянным питанием грунтовых вод при её затоплении поверхностными водами; поэтому большая часть территории является естественно подтопленной. Питание подземных вод в основном осуществляется за счет инфильтрации атмосферных осадков, талых и поверхностных вод. На основании систематических анализов можно сделать вывод, что в районе месторождения в паводковый период и в водообильные годы возможно поднятие горизонта грунтовых вод на 1.6...2.0м. Режим гидрогеологических условий территории изысканий напрямую зависит от условий весеннего паводка, весеннего снеготаяния и водообильности осеннее – летнего сезона. В меженный период транзит и разгрузка грунтового потока первой надпойменной террасы прослеживается по падению рельефа в южном и западном направлениях [5].

В геологическом строении территории встречены отложения поймы, I, II и III надпойменных террас. Поверхность в основном ровная, плоская, кроме гривных положительных форм рельефа на II и III террасах и типичных форм рельефа поймы: стариц, вееров блуждания, прирусловых валов. По генезису террасы аллювиальные. В пределах верхней зоны мощностью до 50 м четко обособляются: отложения средне-четвертичного возраста тобольской свиты первой надпойменной террасы и поймы.

Отложения тобольской свиты со стратиграфическим несогласием залегают на размытой поверхности палеогеновых осадков, и повсеместно служат цоколем надпойменных и пойменных террас. Выходов на дневную поверхность они не образуют и вскрыты только буровыми скважинами. Представлены выдержанной по мощности (13-25 м) толщей песков. Пески мелкие, средней крупности, серые, светло-серые, темно-серые, желтые, полевошпатово-кварцевые, кварцевые, с мелким гравием, слюдистые с мелкой растительной сечкой. Гранулометрический состав характеризуется высоким содержанием фракции >0,25 мм (до 82,5%). Пески со средним медианным диаметром от 0,25 до 0,5 мм встречаются часто (81,5%) и реже (18,8%) с медианным диаметром 0,1-0,25 мм [4].

Отложения I надпойменной террасы залегают на песчаных породах тобольской свиты. Мощность их 19,0-26,0 м. Литологически представлены двухчленной толщей. В верхней части (от 0 до 17-19,6 м) это незакономерное переслаивание суглинков тяжелых, легких глин с редкими прослоями песков и супесей светло- и темно-серого цвета с голубоватым оттенком. Глины и суглинки плотные, вязкие, слюдистые. В нижней части - пески мелкие, средней крупности, светло-серые, полевошпатово-кварцевые с растительными остатками. Мощность песчаной части террасы от 0 до 7,5 м. Гранулометрический состав верхней части характеризуется высоким содержанием глинистой (до 44,42%) и пылевой фракций (до 73,88%), с равномерным распределением по глубине песчаной фракции, содержание которой с глубиной увеличивается.

Отложения поймы залегают на песчаных отложениях тобольской свиты. Мощность 19-26 м. Литологически они представлены в верхней части (от 0,0 до 4,5-12 м) незакономерным переслаиванием тяжелых и легких суглинков, глин, супесей, песка серовато-бурого и темно-серого цветов. В нижней части – пески пылеватые, мелкие и средней крупности серого, темно-серого цветов, полевошпатово-кварцевые, слюдистые с растительными остатками. Мощность песчаной части террасы от 0 до 7,5 м. Гранулометрический состав верхней части характеризуется невысоким содержанием глинистой (до 29,49%) и пылевой фракций. Пески нижней части характеризуются высоким содержанием фракции 0,1-0,25 (до 88,5%).

Водоносный современный озерно-болотный горизонт (IbQ_{IV}) не выдержан в разрезе и по площади. Мощность этих отложений, занимающих до половины площади района работ, изменяется от 0,6 до 6,7 м. Наиболее широко различные типы болот распространены в пределах участка на плоских поверхностях надпойменных террас. Высокая степень заболоченности территории обусловлена климатическими (гумидные условия) и геоморфологическими (слабая дренированность поверхности) факторами. Водовмещающими отложениями являются илы и торф, подстилаемые слабопроницаемыми супесями, суглинками и глинами незначительной мощности (0,2-0,5 м), переходящими ниже по разрезу в тонко-мелкозернистые пески. Уровни болотных вод устанавливаются на глубинах 0,0-0,9 м. Воды гидрокарбонатные, по катионному составу варьируют в широких пределах от магниевых до магниевых до магниевых-натриевых. Общая минерализация составляет 20,7-185,4 мг/л, общая жесткость не превышает 0,5 мг-экв/л, pH среды до 6. Воды обладают углекислотной и выщелачивающей агрессивностью, обогащены гумусом, придающим воде цвет от желтого до коричневого.

Водоносный верхнечетвертичный – современный аллювиальный горизонт сложен пойменно-террасовыми отложениями ($aQ_{IV}+a_3Q_{III}+a_2Q_{III}+a_1Q_{III}$). Он включает в себя аллювиальные отложения поймы р. Оби, ее проток и мелких притоков, а также трех обских надпойменных террас. Водоносные пески и супеси фациально замещаются суглинками, иногда глинами. Мощность отложений 15-20 м. Глубина залегания частично сдренированных подземных вод изменяется от первых десятков сантиметров-первых метров на поймах, до 3,11 м на террасах, увеличиваясь на их бровках (местные области разгрузки). Воды безнапорные, но могут приобретать временные напоры (обычно в паводковый период) в случаях залегания в кровле слабопроницаемых или сезонномерзлых отложений. Питание водоносного горизонта инфильтрационное. Степень гидравлической связи с нижележащим водоносным горизонтом изменяется по площади от хорошей до весьма затрудненной при наличии в нижней части разреза слабопроницаемых отложений. Водообильность невелика, удельные дебиты составляют 0,05-0,46 л/с при понижениях от 2,5 до 4-5 м. Минерализация вод низкая 80-300 мг/л, по составу они гидрокарбонатные, магниевые-кальциевые, pH 5,4-6,7 и общая жесткость 0,5-2,3 мг-экв/л. Содержание железа повышенное, составляет около 4 мг/л. Довольно высокие показатели по аммоний (до 3,5 мг/л) и окисляемости (6-17 мгO₂/л).

Водоносный среднечетвертичный аллювиальный горизонт тобольской свиты ($aQ_{II} tb$) имеет региональное распространение. В пределах участка подземные воды приурочены к разнородным пескам от мелкозернистых до гравелистых, с редкой мелкой галькой. Мощность отложений постепенно увеличивается в северо-восточном направлении от 18,7 до 25,2 м. Глубина залегания кровли – 20-28 м. Воды слабонапорные, величина напоров составляет 7,5-18,4 м. пьезометрическая поверхность близка к поверхности грунтовых вод. Водообильность отложений хорошая. Гидравлическая связь с нижележащими водоносными отложениями затруднена из-за наличия в кровле новомихайловской свиты слабопроницаемых глинистых отложений.

Согласно [2] площадь месторождения является естественно подтопленной, так как уровень подземных вод устанавливается на глубине 1.56м -2.0м. Грунтовые воды по степени агрессивного воздействия воды-среды на бетон конструкций нормальной проницаемости – по водородному показателю и содержанию агрессивной углекислоты [1] являются слабоагрессивными и среднеагрессивными.

Первоочередной задачей для дальнейших исследований являются, на наш взгляд, проектирование локальной системы мониторинга за состоянием компонентов геологической среды с указанием местоположения и оптимального количества пунктов отбора проб природных компонентов, а также определяемых загрязняющих веществ, периодичности проведения контроля различных сред и показателей. Мониторинг позволит принять своевременные меры для предотвращения аварий.

Литература

1. СНиП 2.06.15-85 - Инженерная защита территории от затопления и подтопления. – М.:ЦИГП.1988.– 21 с.
2. СП 50-101-2004 - Проектирование и устройство оснований и фундаментов зданий и сооружений.– М.:ИС2004. – 160 с.
3. Сулашкина Г.А., Васенева В.А., Цоцур Е.С. Инженерно-геологические условия Советского нефтяного месторождения // Известия Томского политехнического университета. – Томск, 1975. – № 1. – С. 156–160.
4. Трофимов В.Т. Закономерности пространственной изменчивости инженерно-геологических условий Западно-Сибирской плиты. - М.: Изд-во Моск. ун-та, 1977 г. – 276 с.
5. Фондовые материалы: Отчеты об инженерно-геологических условиях на Советском нефтяном месторождении в Александровском районе Томской области и Нижневартовском районе Тюменской области. – Томск.

СПЕЦИФИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ОТДЕЛЬНЫХ РАЗНОВИДНОСТЕЙ ГРУНТОВ ОСНОВАНИЯ СЕВЕРСКОЙ АЭС (Г. ТОМСК)

В.Ю. Жабин, А.А. Эль Шинави

Научный руководитель доцент О.Ф. Зятева

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет,
г. Томск, Россия*

Одним из основных требований при оценке возможности строительства АЭС является обеспечение безопасности её эксплуатации для окружающей среды и населения, которая регламентируется прежде всего нормами радиационной безопасности.

Немаловажное значение для обеспечения безаварийной работы Северской АЭС имеет изучение состава, состояния, структуры, текстуры и физико-механических свойств грунтов основания будущего сооружения. Наличие в толще грунтового основания специфических грунтов, обуславливающих потенциальную возможность развития геологических процессов, вызывает необходимость более детального их изучения.

Анализ материалов предшествующих изысканий [1] позволяет сделать вывод о наличии на площадках проектируемого строительства следующих разновидностей специфических грунтов: набухающих и обогащенных органическим веществом, представленных торфами, заторфованными грунтами и лигнитами. В связи с этим, главной целью исследований являлось выявление условий залегания, особенностей строения, состава и физико-механических свойств отдельных разновидностей специфических грунтов.

Объектом настоящих исследований являются набухающие грунты. О наличии в геологическом разрезе на территории строительства Северской АЭС таких грунтов, указано в материалах изысканий под различные строительные площадки на территории СХК. Набухающие грунты были обнаружены также при инженерно-геологических изысканиях, проводимых в связи с выбором площадки под строительство Северской АЭС [1].

Известно, что набухаемость - это способность грунтов увеличивать свой объем и развивать давление набухания в процессе их гидратации или взаимодействия с химическими растворами. Величина набухания зависит от минералогического состава грунта, химического состава воды, структуры грунта и величины давления, под которым грунт находится. Наибольшей способностью к набуханию обладают монтмориллонитовые глины, меньшей - каолинитовые и гидрослюдистые глины [3].

Отобранные авторами образцы набухающих грунтов были исследованы в лабораторных условиях для более детального выявления особенностей макро- и микростроения, минерального состава, а также физико-механических свойств.

Анализируя физико-механические свойства изучаемых грунтов, мы можем сказать, что по консистенции глинистые грунты преимущественно туго- и мягкопластичные. Значения показателей природной влажности для них составляют 19,1 - 30,9, среднее 27,8%; значения плотности скелета грунта варьируют в широких пределах: от 1,33 до 1,51, в среднем 1,42 г/см³. По коэффициенту относительной просадочности грунты относятся к непросадочным. По коэффициенту уплотнения они отнесены к средне- и слабосжимаемым

разновидностям. Оценка механических свойств показала, что модуль деформации составляет 250 кПа, угол внутреннего трения равен 23° , а сцепление – 34 кПа.

Известно, что формирование типично набухающих глинистых грунтов тесно связано с их генезисом и последующими процессами литогенеза. На площадке строительства АЭС набухающие грунты вскрываются на различных глубинах и приурочены преимущественно к аллювиальным четвертичным отложениям сузгунской, тобольской свиты и отложениям второй надпойменной террасы, а также палеогеновым отложениям лагернотомской свиты.

Все образцы глинистых грунтов были исследованы на склонность к свободному набуханию и классифицированы в соответствии с методикой [4]. Данная методика позволяет оценить способность грунта к набуханию, начиная от его сухого состояния, а не от состояния природной влажности при отборе образца, которая в приповерхностных слоях изменяется при колебании уровней грунтовых вод и инфильтрацией атмосферных осадков [4].

По описанной методике авторами было исследовано 15 образцов глинистых грунтов склонных к набуханию. Образцы грунта были отобраны на площадке № 3 из 7 скважин с различных глубин (от 1,4 до 50,6 м). По величине свободного набухания исследованные образцы отнесены преимущественно к средненабухающим.

Большое влияние на склонность грунтов к набуханию оказывает минеральный состав, текстурно-структурные особенности грунта и др. факторы. Принимая во внимание тот факт, что сведения об этих факторах для вышеуказанных стратиграфо-генетических комплексов в опубликованной литературе отсутствуют, проведенные исследования имеют как научное, так и практическое значение.

Авторами был изучен минеральный состав грунтов и получена новая информация о их строении на микро-уровне. Исследования проводились с применением рентгеноструктурного анализа и электронной микроскопии.

Рентгеноструктурным анализом изучено 5 образцов грунта разных стратиграфо-генетических комплексов. Исследования были проведены с использованием дифрактометра Philips PW2103/00. Для рентгенографии были подготовлены образцы грунта путем медленного осаждения частиц из водной суспензии на подложку. На дифрактометре отдельно анализировались глинистая и неглинистая фракции. Анализ проводился с использованием медного и никелевого фильтров со скоростями сканирования, составляющими $2\Theta = 1^\circ/\text{min}$ для неглинистой фракции, и $2\Theta = 2^\circ/\text{min}$ - для глинистой фракции соответственно. На протяжении всего опыта поддерживалось постоянное напряжение равное 50 кВ и ток - 30А.

В основе метода рентгеновской дифракции лежит тот факт, что каждое кристаллическое вещество имеет характерную атомную структуру, обуславливающую появление определенной дифракционной картины. При сопоставлении полученной дифракционной картины с таковой эталона были идентифицированы присутствующие минералы [2]. Результаты рентгеновского анализа приведены на рис. 1 - 4.

На основании анализа рентгеновских дифракционных картин и сопоставления их с эталонами, по пикам, было установлено наличие в образцах кварца из неглинистых минералов, монтмориллонита и каолинита – из глинистых.

Наличие кварца характеризуется появлением выраженного пика в пределах 60,1318 (инт. 4,42%) до 20,6010 (инт. 4,93%), который характерен для всех образцов.

Монтмориллонит, зафиксированный во всех образцах, характеризуется появлением ярко выраженного пика от 5,8186 (инт. 2,89%) до 8,8410 (инт. 12,45%).

Каолинит также зафиксирован во всех исследованных образцах. Дифракционная картина неподготовленного образца характеризуется рефлексами на 1,70671 - 4,03389 А и пиками в интервале от 53,659 (инт. 2,67%) до 22,0168 (инт. 32,95%).

Исследование минералогического состава выполнялось под сканирующим электронным микроскопом (Philips XL 30 ESEM). Этот микроскоп был использован для изучения глинистых минералов посредством получения трехмерного изображения естественных поверхностей с большой резкостью (четкостью). Изучались морфологические характеристики образцов, полученные в условиях низкого вакуума и режиме естественной среды (режим ESEMTM) не требующем пробоподготовки [2].

На полученных микрофотографиях хорошо диагностируется кварц в сростках вместе с аутигенным каолинитом (рис. 5), где кристаллы кварца полностью покрыты глинистым минералом. Контакты кварц-каолинит резкие и параллельные. На рис. 6 хорошо видно, что кристаллы кварца обросли кристаллами монтмориллонита. На рис. 8 отображается монтмориллонит, покрывающий кристаллы полевого шпата.

Электронномикроскопическими исследованиями установлено, что во всех изученных образцах монтмориллонит является основным структурообразующим аутигенным минералом либо занимающим поровое пространство, либо покрывающим зерна кварца и полевого шпата (рис. 6 - 8).

Из сказанного можно сделать вывод, что знание и учет особенностей минерального состава и микроструктуры глинистых пород, а также понимание сложных природных процессов, влияющих на свойства глин, являются непременным условием при проектировании инженерных сооружений, возводимых на этих специфических породах. Необходимо помнить, что неверная оценка таких особенностей может привести к непредсказуемому поведению глинистых пород и вызвать катастрофические последствия.

Подобная информация чрезвычайно важна, особенно при строительстве инженерных сооружений столь высокого уровня ответственности, а также при решении многих природоохранных и экологических задач.

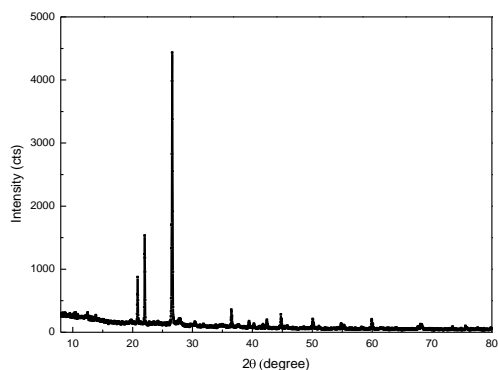


Рис. 1. Рентгенограмма глинистой фракции образца №1. Аллювиальные четвертичные отложения сузгунской свиты ($aI Q_{II sz}$). Глубина отбора 10,2 м.

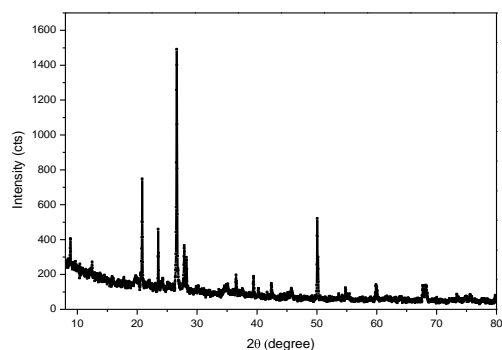


Рис. 2. Рентгенограмма глинистой фракции образца №2 ($a Q_{IIb}$). Аллювиальные четвертичные отложения тобольской свиты ($IaII sz$). Глубина отбора 37,2 м.

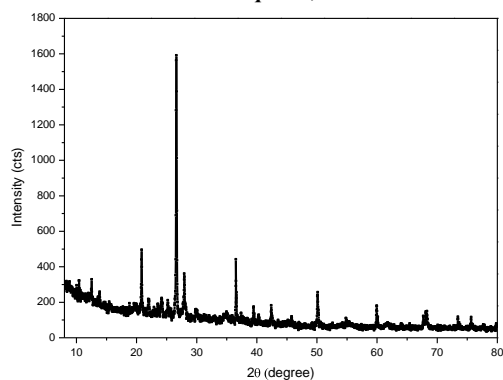


Рис. 3. Рентгенограмма глинистой фракции образца №3. Аллювиальные четвертичные отложения второй надпойменной террасы ($a^2 Q_{II}$). Глубина отбора 3 м.

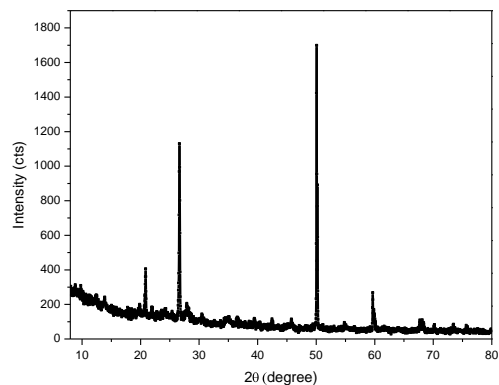


Рис. 4. Рентгенограмма глинистой фракции образца №4. Аллювиальные четвертичные отложения сузгунской свиты ($aI Q_{II sz}$). Глубина отбора 17,2 м.

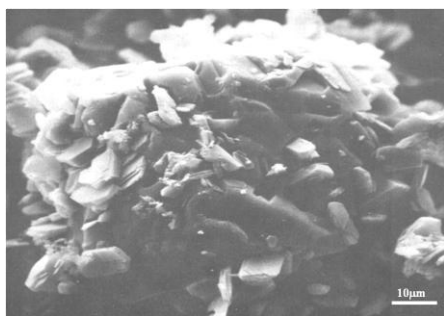


Рис. 5. Аутигенный каолинит, выросший на кристалле кварца.

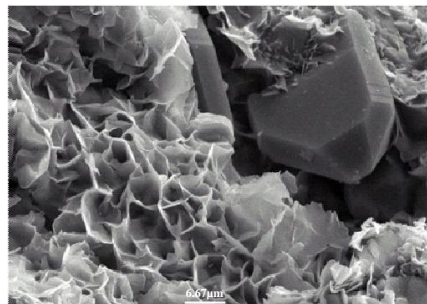


Рис. 6. Монтмориллонит на зернах кварца.

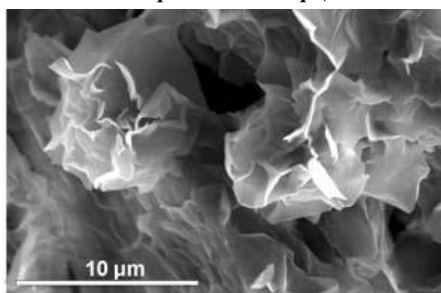


Рис. 7. Монтмориллонитоподобная текстура.

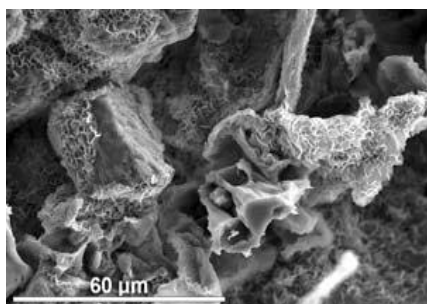


Рис. 8. Монтмориллонит, покрывающий кристаллы полевого шпата.

Литература

1. Альшанский А.М., Альшанская Н.Г. и др. ГЭИК с гидрогеологическим и инженерно-геологическим доизучением листа 0-45-XXXI масштаба 1:200000. Отчет южного отряда. Кн.1. ОФ. ОАО «Томскгеомониторинг». – Томск, 1997. – 274 с.
2. Гоулдстейн Дж., Ньюбери Д., Эчлин П., Джой Д., Фиори Ч., Лифшин Э. Растровая электронная микроскопия и рентгеновский микроанализ: В 2-х книгах. Книга 1. Пер. с англ. – М.: Мир, 1984. – 303 с., ил.
3. ГОСТ 24143–80 Грунты. Методы лабораторного определения характеристик набухания и усадки. – М., 1980.
4. Египетский кодекс механики грунтов и фундаментов в разработке и реализации № 202. 2001 г. Научно-исследовательский центр для жилищного строительства. – М., 2001.

ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ МОНИТОРИНГА ОПОЛЗНЕЙ В ЛАГЕРНОМ САДУ Г.ТОМСКА

О.Н. Ильина

Научный руководитель старший преподаватель А.В.Леонова
Национальный исследовательский Томский политехнический университет,
г. Томск, Россия

На склоне Лагерного сада, который является местной достопримечательностью и любимым местом отдыха томичей, развиты оползни. Они являются весьма неблагоприятным геологическим процессом.

Поскольку оползни не только изменяют форму рельефа, но и наносят непоправимый вред народному хозяйству и жизнедеятельности человека, необходимо уделять большое внимание их изучению, учету их распространения и возможности образования при планировании размещения различных видов строительства.

В результате изучения инженерно-геологических условий (рис.1) развития оползней №16 и 17 в Лагерном саду, выяснено, что на их развитие оказывают влияние как природные, так и техногенные факторы. К природным относятся особенности геологического строения склона, а именно переслаивание в разрезе пород разного состава с преобладанием глинистых, различного состояния и различных свойств; активная речная эрозия правого берега, который здесь представляет излучину реки; выветривание пород, слагающих верхнюю часть геологического разреза изучаемого склона; рассредоточенные выходы подземных вод.

К техногенным факторам относятся: подрезка склона; пригрузка поверхности склона зданиями и сооружениями; отсутствие надлежащего (организованного) поверхностного стока; увеличение обводненности пород.

Одним из методов прогноза развития оползней является организация мониторинга.

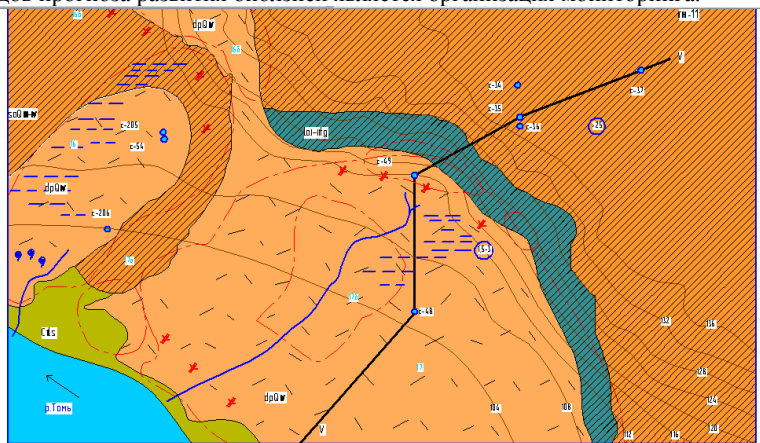


Рис.1. Карта инженерно-геологических условий

Организацию системы мониторинга на оползневом участке необходимо построить таким образом, чтобы результаты наблюдений и исследований могли являться основой для разработки рекомендаций по проведению защитных мероприятий на склоне и прилегающей территории, а также могли служить элементом контроля за развитием экзогенных геологических процессов на склоне и состоянием противооползневых сооружений.

По мнению автора, на изучаемых оползнях №16 и 17 необходимо проводить полевые, лабораторные и камеральные работы.

Инженерно-геологическое обследование проводить 2 раза в год (в июне – пока нет большого растительного покрова и в октябре – при отсутствии снежного покрова) с целью оценки активности процессов, факторов их активности, возможности или фактической степени негативного воздействия на объекты хозяйствования. На участке провести пешие маршруты, сопровождающиеся документацией результатов обследования, линейными замерами, фотографированием объектов. По полученным результатам определить необходимость и целесообразность организации регулярных наблюдений [2].

Кроме того, на участке распространения оползней необходимо пробурить 4 скважины (по одной на каждом оползне и 2 на надоползневом уступе) с целью: уточнения геологического разреза, условий залегания грунтов и подземных вод; отбора образцов грунта для определения их состава, состояния и свойств. Бурение скважин сопровождать скважинным каротажем с записями кривых КС, ПС, ГК и инженерно-геологическим опробованием. Инженерно-геологическое опробование и лабораторные исследования грунтов выполнить с целью определения их состава, состояния, физико-механических характеристик.

Предполагается установить на оползнях 11 реперов в соответствии со схемой размещения (рис. 2) для инструментальных наблюдений за развитием оползневых деформаций и количественной их оценки с использованием светодальномера, что позволит определить не только горизонтальное смещение, но и направление движение масс. Измерения проводить в паводковый период (апрель, май, июнь) 3 раза в месяц, в остальное время, в течение 9 месяцев, 1 раз в месяц.

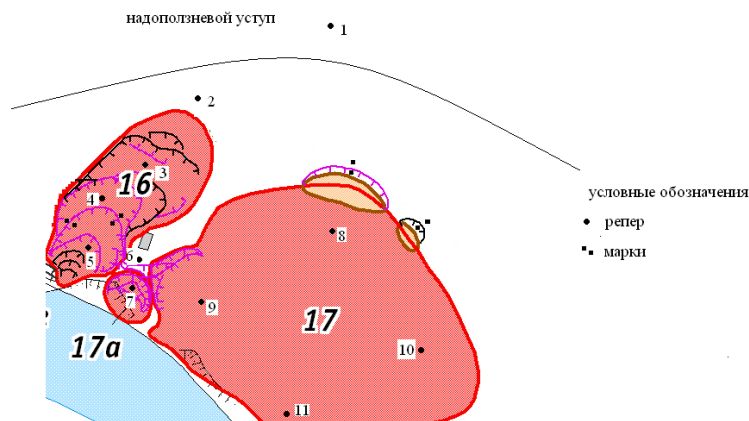


Рис.2. Схема размещения реперов

На оползнях на крыльях трещин можно установить 25-30 марок (рис. 2). Основная задача – показать наличие или отсутствие оползневых смещений за определенный интервал времени и дать характеристику оползневого процесса. Марка должна представлять собой два репера (металлические штыри, местные предметы), между которыми меряется расстояние с помощью мерной рулетки. Замеры следует проводить с апреля по ноябрь (в безморозный период) 3 раза в месяц в межливневый период и 6 раз в месяц – в паводковый период [1].

Предполагается провести геофизические работы 1 раз в год (с мая по октябрь) для изучения изменения структуры породы (деформаций) в оползневом массиве методом кругового профилирования способом двух составляющих и определения возможности применения данного метода на участке работ. Наблюдения выполнять по сети параллельных профилей, расстояние между которыми 20 м. Пункты наблюдения по профилям расположить на расстоянии 10 м друг от друга. На каждом пункте измерения выполнялись в шести азимутах (через 30°) двухсторонней симметричной установкой.

С целью изучения характера взаимосвязи водоносных горизонтов между собой и влияния гидрогеологических условий на формирование оползневых процессов необходимо провести наблюдения за режимом подземных вод. Стационарная режимная сеть состоит из скважин, пробуренных на водоносные горизонты, по которым следует производить замер уровня и температуры.

Методика производства режимных наблюдений должна быть следующей: замеры уровня (дебита) и температуры в паводковый период (апрель, май, июнь) производить 6 раз в месяц (5,10,15,20,25,30 числа), в остальное время, в течение 9 месяцев, по 3 раза в месяц (10, 20,30 числа). Замеры уровней воды в скважинах следует совмещать с замерами температуры и выполнять рулеткой или "хлопушкой".

Замеры расхода и температуры воды источников производить в бесснежный период, количество которых по месяцам аналогично замерам по скважинам (апрель, май, июнь – 6 раз в месяц, а остальное время – 3 раза в месяц) [1].

Лабораторные исследования физико-механических свойств пород проводить на стандартном оборудовании и в соответствии с требованием действующих стандартов:

- естественную влажность определить методом высушивания до постоянной массы, плотность скелета грунта – пикнометрическим методом, пределы пластичности глинистых грунтов – пенетрационным конусом и раскатыванием грунтовой пасты в жгуты, плотность грунта – методом режущего кольца ГОСТ 5180-84;
- гранулометрический состав крупнообломочных и песчаных грунтов ситовым методом, ГОСТ 12536-79;

- удельное сцепление и угол внутреннего трения – испытанием ненарушенных образцов грунта в приборах одноплоскостного среза и в условиях трехосного сжатия грунта в стабилизаторе.

Для оценки химического состава воды рекомендуется провести стандартный анализ. Выполнение полного или специального химического анализа воды следует предусмотреть при необходимости получения более полной химической характеристики водоносного горизонта, водотока или водоема, оценки характера и степени загрязнения воды [3].

Полевые материалы и протоколы испытаний образцов должны быть переданы в камеральную группу для дальнейшей обработки, изучения и анализа. Результаты наблюдений и исследований будут являться основой для разработки рекомендаций по проведению защитных мероприятий на склоне с целью решения проблем, связанных с воздействием опасных геологических процессов на инженерно-хозяйственные объекты.

Литература

1. Изучение режима оползневых процессов / ВСЕГИНГЕО. — М.: Недра, 1982. — 255 с.
2. Рождественская Л.А., Крепша М.В., Покровский Д.С. Инженерно-геологические условия территории г. Томска и их изменения в связи с хозяйственным освоением – Томск: 1981. – 286 с.
3. СП 11-105-97 Часть 1 Инженерно-геологические изыскания для строительства. Часть 1. Общие правила производства работ.

ТЕХНОЛОГИИ ОБРАЩЕНИЯ С РАДИОАКТИВНЫМИ ОТХОДАМИ, ИХ ВЛИЯНИЕ НА ЭКОЛОГИЧЕСКУЮ СРЕДУ. ПОДЗЕМНОЕ ЗАХОРОНЕНИЕ РАДИОАКТИВНЫХ ОТХОДОВ

В.П. Каченовский

Научный руководитель профессор Д.С. Покровский

Томский государственный архитектурно-строительный университет, г. Томск, Россия

При становлении атомной промышленности обращение с образующимися радиоактивными отходами мало отличалось от принятых в других отраслях промышленности. Жидкие отходы сбрасывались в существующие водоемы и водотоки, хранились в специальных сооружениях.

Очень скоро выяснилось, «что такое обращение с отходами приводит к весьма неприятным последствиям: радиоактивное загрязнение приземных слоев атмосферы, непосредственно в районе предприятий, например, Производственное объединение «Мая», было на 90% обусловлено аэрозольным уносом с водной поверхности водоемов и береговой черты, сдуwkами из емкостей-хранилищ» [1].

К настоящему времени сформировались взгляды на решение проблемы промышленных, в том числе радиоактивных отходов, суть которых может быть представлена в виде следующих положений:

- при реализации любой технологии количество образующихся отходов должно быть минимизировано, а форма отходов должна быть наименее подвижной;

- образующиеся отходы и содержащиеся в них компоненты должны быть максимально использованы в различных целях;

- отходы, не находящие применения, концентрируются, перерабатываются с целью придания им наименее токсичной и наиболее устойчивой формы и хранятся, пока их использование не станет возможным;

- токсичные отходы, представляющие значительную опасность для человека и окружающей среды, при их накоплении, переработке, использовании и хранении, размещаются в специальных труднодоступных, охраняемых сооружениях или захораниваются в геологических формациях с соответствующей предварительной переработкой.

Традиционными способами обращения с низко- и среднеактивными жидкими радиоактивными отходами является химическое осаждение, ионный обмен, выпаривание, фильтрование, мембранные методы, битумирование, остекловывание и т.д.

Очистка отходов от радиоактивности методом осаждения происходит за счет собственно осаждения, а также соосаждения и адсорбции нуклидов на образующихся объемных осадках в системе отходы – осадитель, а также за счет физического захвата осадками суспензированных коллоидных частиц. В результате образуются жидкая и твердая фазы. Степень очистки жидкой фазы характеризуется значениями в 50-100 раз и более. Твердая фаза, обогащенная радионуклидами, должна перерабатываться и направляться на хранение и захоронение. Жидкая фаза может подвергаться дополнительной очистке, после чего направляется для повторного использования. [2]

Очистка жидких радиоактивных отходов по ионнообменной технологии осуществляется с использованием неорганических природных материалов: глин, цеолитов, вермикулита и т.д.; органических материалов: полисперол, фенолформальдегид.

Ионнообменные смолы позволяют обеспечить высокую степень очистки воды от радионуклидов ($10^2 - 10^4$), вторичными отходами ионнообменных установок являются растворы, полученные при регенерации смол, которые требуют дальнейшей переработки, хранения или захоронения.

Выпаривание является широко распространенным методом переработки отходов, достигаемая степень очистки составляет 10^4 , в некоторых схемах она достигает 10^6 . Вторичными отходами являются кубовые остатки - растворы и пульпы с высоким содержанием нуклидов и солей. Часть нуклидов может оставаться в конденсате, что требует организации многостадийного процесса выпаривания.

Фильтрование обычно используется в качестве вспомогательного процесса для подготовки жидких радиоактивных отходов к переработке различными методами. Применяются различные системы фильтров, центрифуги, гидроциклоны. Образующийся фильтровальный материал требует дальнейшей переработки.

К мембранным процессам относятся: обратный осмос, электродиализ, ультрафильтрация; которые применяются для низкоактивных отходов. Во всех этих процессах также получают вторичные отходы, требующие специального обращения.

Завершающей стадией рассмотренных технологий является отверждение отходов, и прежде всего высокоактивных, являющихся наиболее опасными. Наибольшее развитие находит остекловывание радиоактивных отходов с получением боросиликатных, фосфатных, содоизвестковых и других типов остекловывания. Процессы остекловывания осуществляются при высоких температурах, сопровождаются газоаэрозольными выбросами, что требует особых мер предосторожности.

Применяется цементирование высокоактивных отходов и среднеактивных отходов с использованием специальных смесей на основе портландцемента. В стадии исследований находится получение минералоподобных, керамических и металлокерамических композиций.

Битумирование применяется для низко- и среднеактивных отходов. Горючесть битумов является отрицательной характеристикой данной технологии.

Представленные технологии переработки отходов являются сложными, требуют специального аппаратного оформления, энергоемки, после переработки образуются вторичные отходы или концентраты, требующие хранения и захоронения [2].

Глубинное захоронение жидких радиоактивных отходов непосредственно после их образования снимает ряд сложностей подобного характера, требует меньших затрат. В период 50 – 80 годов глубинное захоронение являлось единственной технологией для некоторых типов отходов.

Основными причинами организации работ по захоронению жидких радиоактивных отходов являлись ухудшение санитарно-радиационной обстановки в районе радиохимических предприятий вследствие сброса радиоактивных вод в поверхностные водотоки, хранения радиоактивных отходов в открытых хранилищах, в том числе в естественных водоёмах.

Подземные хранилища жидких радиоактивных отходов Горно-химического комбината (г. Железнодорожный, Красноярского края), Сибирского химического комбината (г. Северск, Томской области), Государственного научного центра РФ «Научно-исследовательский институт атомных реакторов» (г. Димитровград, Ульяновской области) были созданы в 60-х годах по решению Правительства с целью предотвращения воздействия радиоактивности на человека и защиты окружающей среды [1].

При создании глубоких хранилищ были сформулированы требования к безопасности захоронения, основным из которых являлось требование изоляции отходов в пластах-коллекторах в течение времени, достаточного для распада радионуклидов – продуктов деления до безопасных концентраций, не превышающих допустимые концентрации в питьевых водах в соответствии с действующими нормами. Подобная изоляция обеспечивалась, если имелись соответствующие условия в месте захоронения – пласт-коллектор должен был обладать достаточной удельной емкостью, фильтрационные свойства пласта должны быть достаточно высоки, вместе с тем скорость естественного движения подземных вод не должна была превышать нескольких метров в год. Пласт-коллектор должен перекрываться слабопроницаемыми отложениями (глинистыми горизонтами) обладающими водоупорными свойствами [1].

Подземное захоронение жидких радиоактивных отходов позволило избежать создания многочисленных поверхностных хранилищ, представляющих опасность для человека и окружающей среды.

Литература

1. Глубинное захоронение жидких радиоактивных отходов/ А.И. Рыбальченко, М.К. Пименов, П.П. Костин и др. – М.: Издат, 1994. – 256 с.
2. Захоронение жидких радиоактивных отходов – практические результаты и последствия для окружающей среды / А.И. Рыбальченко, М.К. Пименов, В.М. Курочкин и др. // Геоэкология, –М., 1999. – № 2.– С. 128-133.

О ДОПОЛНИТЕЛЬНОМ УПЛОТНЕНИИ ЛЕССОВЫХ ПОРОД МЕЖДУРЕЧЬЯ ПРУТ-ДНЕСТР ПРИ ФИЛЬТРАЦИИ ВОДЫ

О.В. Киселева, Т.М. Тихонова

Научный руководитель профессор Ю.И. Олянский
**Волгоградский государственный архитектурно-строительный университет,
г. Волгоград, Россия**

Лессовые породы покрывают около 60% территории северной Молдовы и более 90 % южной ее части и находятся в зоне инженерного освоения. Вследствие неизбежного нарушения природного равновесия в природной среде при техногенезе происходит подъем уровня подземных вод и начинается водонасыщение массивов лессовых пород. Противопосадочные мероприятия в основаниях гидротехнических сооружений, по трассам водопроводов и каналов часто оказываются мало эффективными по той причине, что назначены без учета длительного воздействия воды на грунты при систематической фильтрации, следствием которой является их дополнительное уплотнение.

Лабораторное изучение просадочности для проектирования объектов водоснабжения и гидромелиорации осуществляется в одометрах различных систем. Выполнение одного опыта занимает не более 3-4 суток, при этом время консолидации на каждой ступени нагрузки не превышает одних суток. Однако, как показывают практические исследования, особенности структуры лессовых грунтов таковы, что консолидация их не заканчивается в первые сутки, а может продолжаться длительное время. Если принять во внимание, что многие авторы делят общую величину деформации лессового грунта при замачивании на три составляющие: провальная просадка, замедленная просадка и послепросадочное уплотнение [1-7], то становится очевидным, что

компрессионные испытания моделируют, в основном, первую составляющую общей деформации лессового образца. Это может служить причиной аварий зданий и сооружений, особенно с «мокрым» технологическим циклом.

В соответствии с вышеизложенным, была поставлена задача изучить процесс длительной консолидации лессовых грунтов региона в компрессионных приборах. Для этой цели отобраны образцы основных литологических типов и стратиграфических горизонтов из различных инженерно-геологических областей центральной и южной части республики. Лессовые породы делювиально-пролювиального генеза из центральной части республики (г. Кишинев) характеризуются невысоким содержанием пылевой фракции (менее 50 %) и повышенным содержанием песчаных частиц (до 51,3 %). Коэффициенты агрегированности для глинистых частиц не превышают 13,71, а для пылеватых частиц – 1,67. В дисперсной фракции основными минералами являются монтмориллонит и гидрослюда. Это преимущественно супеси и легкие суглинки с влажностью 0,09 – 0,18, пористостью 0,39 – 0,48. Лессовые породы эолово-делювиального генезиса из южных регионов республики (г. Тараклия, г. Тирасполь, г. Кахул) по содержанию пыли больше напоминают «истинные лессы». Содержание пылевой фракции у них значительно превышает величину 50 % и достигает 74 %, песчаной – 21 – 31,3 %. В дисперсной фракции преобладающими минералами являются гидрослюда и монтмориллонит. Это преимущественно легкие, средние и тяжелые суглинки с влажностью 0,11 – 0,16, пористостью 0,36 – 0,46, коэффициентами агрегированности 2,07 – 14,78 – для глинистой фракции и 1,0-2,08- для пылевой.

Компрессионные испытания осуществлялись методом «одной кривой» с замачиванием образцов при нагрузке 0,15 МПа. При больших сжимающих давлениях значительная степень уплотнения образца препятствует интенсивной фильтрации воды. Испытания выполнялись по следующей схеме. Образец обжимался до нагрузки 0,15 МПа, после чего его влажность увеличивалась методом капиллярного водонасыщения. При такой влажности образец выдерживался 2-4 недели до величины условной стабилизации равной 0,001 мм за сутки, на что уходило 15 – 25 суток; после этого создавались условия для фильтрации воды через образец в течение 30 – 60 суток. Направление фильтрации – снизу вверх при градиенте напора 50. Такая методика испытаний, несмотря на кажущуюся ее искусственность, позволяет выделить три составные части общей деформации образца при замачивании: величину провальной просадки (которая по мнению А.К. Ларионова заканчивается через 4 суток после замачивания), замедленную просадку и послепросадочное уплотнение. Одновременные замеры фильтрационного расхода воды в процессе опыта позволяют оценить изменения коэффициента фильтрации грунта, а величина градиента напора дает возможность, при определенных условиях, ввести масштаб времени для перехода от лабораторных к натурным условиям.

На рисунке приведены результаты компрессионных испытаний наиболее характерных образцов. Величина провальной просадки δl_1 не превысила 0,042, что составило, в среднем, 30 – 70 % от общей деформации образца δl . Приращение деформации за счет замедленной просадки δl_2 составляет 10 – 25 %. На стадии замедленной просадки завершилась деформация более плотных и непросадочных (по ГОСТ 23161 – 78) образцов № 280 и 455, послепросадочная деформация δl_3 у них не зафиксирована.

У ряда непросадочных (по вышеуказанному ГОСТу) образцов преимущественно из южных регионов республики (№ 274, 455, 462, 464) с высоким содержанием монтмориллонита отсутствует деформация на стадии замедленной просадки, что, очевидно, обусловлено набуханием глинистых минералов и компенсацией при этом просадочных деформаций. После начала фильтрации послепросадочные деформации у этих образцов оказались соизмеримыми с провально просадочными. Таким образом, на начало фильтрации реализовано от 15,8 до 84,6 % общей относительной деформации δl . Наибольшей величиной замедленной просадки отличается образец № 227 с одним из самых низких значений содержания монтмориллонита. На начало фильтрации у него реализовано 75 % от общей деформации. Для остальных образцов деформация на стадии замедленной просадки в основном не превысила 15 – 20 % от провальной.

Величина послепросадочного уплотнения в целом составила 15,4 – 84,2 % от общей. Связь ее с содержанием глинистых минералов не установлена. Характерно, что для образцов № 210 и 314 с большой величиной провальной просадки после начала фильтрации так же отмечается резкое увеличение деформации. В первые 5 – 6 суток после начала фильтрации реализовано до 80 % послепросадочной деформации. У образцов с замедленным типом просадочных деформаций послепросадочное уплотнение так же увеличивается равномерно пропорционально времени фильтрации. Около 80 % его реализуется через 1,0 – 1,5 месяца после начала фильтрации.

Таким образом, по характеру проявления просадочных и послепросадочных деформаций изученные образцы близки к лессовым породам аналогичного состава и состояния из других регионов и в первую очередь Северного Кавказа и Южной Украины [1, 2]. Величина послепросадочного уплотнения у большинства образцов изученных типов пород соизмерима с просадочными деформациями. Неучет их при проектировании и строительстве объектов гидромелиорации и других инженерных сооружений может привести к аварийным ситуациям и к необходимости значительных затрат на ремонтно-восстановительные работы.

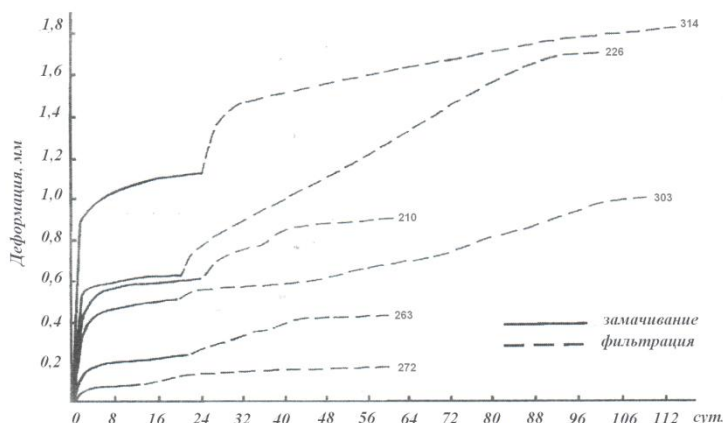


Рис. Кривые деформации лессовых пород при замачивании и фильтрации воды: 263- едр Q_{3-4} п. Котовск; 272- едр Q_{3-4} г. Кишинев; 314- едр Q_{3-4} г. Кишинев; 226- едр Q_{3-4} п. Котовск; 303- едр Q_2 п. Тараклия; 210- едр Q_2 п. Кантемир.

Литература

1. Запороженко Э.В. О степени доуплотнения лессовых пород при длительной фильтрации через них воды / Э.В. Запороженко, С.В. Трусова // Тезисы докладов на Всесоюзной конференции, Ростов-на-Дону: 1980. – С. 109-113.
2. Окнина Н.А. Изменение инженерно-геологических свойств лессовых пород Дунай-Днестровского массива орошения под влиянием длительной фильтрации / Н.А. Окнина, Н.С. Реутова, Н.Г. Иножарская // Комплексная инженерно-геологическая оценка глинистых лессовых пород: Труды ПНИИИСа, – М.: Стройиздат – т. XII – С. 150-164.
3. Олянский Ю.И. Соотношение просадочных и суффозионно-пластических деформаций в лессовых грунтах Молдавии / Тезисы докладов Всесоюзной научной конф. посвященной 80-летию академика АН УзССР Г.А.Мавлянова. –Ташкент, 1990. – С. 113 – 114.
4. Олянский Ю.И. О дополнительном уплотнении некоторых типов лессовых пород Молдавии при фильтрации воды / Ю.И. Олянский, О.П. Богдевич, В.М. Вовк // Известия АН МССР–М.: Физика и техника, 1991. – № 3 (6) – С. 118-127.
5. Олянский Ю.И. Лессовые грунты юго-западного Причерноморья (в пределах республики Молдова). – Кишинев: Изд. Штиинца, 1992. –130 с.
6. Олянский Ю.И. Опыт оценки послепросадочного уплотнения лессовых пород по лабораторным испытаниям / Вестник ВолгГАСУ. Серия Естественные науки, 2005. Вып. 4 (14), – С. 81 – 85.
7. Свалецкий Е.Н. К количественному учету послепросадочного уплотнения лессовых грунтов / Инженерная геология. – М., 1983. № 2. – С. 48 – 58.

ГЕОКРИОЛОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ ТРАССЫ ПОДЪЕЗДНОЙ АВТОДОРОГИ (ЭЛЬГИНСКОЕ МЕСТОРОЖДЕНИЕ)

А.В. Колесникова

Научный руководитель старший преподаватель Н.Н. Бракоренко

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

В настоящее время в связи со строительством в северных широтах все большую актуальность приобретает оценка инженерно-геологических процессов и явлений, связанных с промерзанием и оттаиванием грунтов, одним из которых является морозное пучение. Пучение грунтов – явление сложное и порой приводит к непредсказуемым последствиям в строительстве и разрушению дорожного полотна. Целью данной работы является оценка пучинистости грунтов участка трассы подъездной автодороги (Эльгинское месторождение).

В основу работы положены данные, полученные в ходе инженерно-геологических работ на Ундытканской площади Эльгинского месторождения организацией ООО «Нерюнгростройизыскания» [3].

Эльгинское месторождение расположено на юго-восточной окраине Алданского нагорья, в пределах Токинской впадины, являющейся составной частью Южно-Якутского каменноугольного бассейна.

В геологическом строении площадки принимают участие верхнеюрские отложения нерюнгриканской свиты (J3 nr), перекрытые с поверхности чехлом верхнечетвертичных и современных отложений различного генезиса: озерно-болотного (Ib Q_{III-IV}), аллювиального (a Q_{III-IV}), ледникового (g Q_{II-III}) и элювиально-делювиального (e-d Q_{III-IV}) (рис. 1).

Склоны, по которым проходит трасса автодороги средней крутизны и пологие с уклоном поверхности 3-7° редко до 11-15°.

В геокриологическом отношении площадка расположена в зоне островного развития многолетнемерзлых пород и сложена, в основном, вечномёрзлыми грунтами с небольшими локальными участками развития талых пород в восточной и западной частях трассы подъездной автодороги.

Глубина залегания подземных вод колеблется от 0,8 до 1,3 м.

Глубина сезонного оттаивания до 2 м и более отмечается на открытых поверхностях и склонах южной экспозиции. На заболоченных участках с растительностью глубина сезонного оттаивания – 0,3-0,7 м. Глубина криолитозоны оценивается величиной порядка 200 м. Температура мерзлых почв колеблется от 0 до минус 2,2° С.

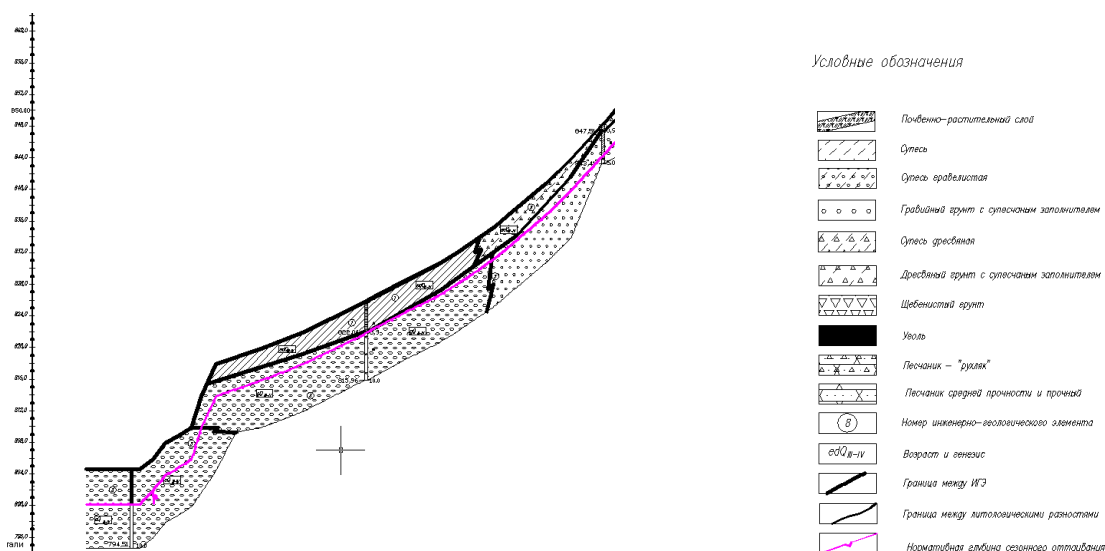


Рис. 1. Геологический разрез участка трассы

Нормами рекомендуется определять характеристики пучинистости путем лабораторных испытаний [1], но допускается также их нахождение косвенным методом – по гранулометрическому составу и некоторым физическим показателям. Пылевато-глинистые грунты подразделяются по параметру R_f . Пучинистость крупнообломочных грунтов и песков, содержащих пылевато-глинистые фракции, а также супеси, определяется с помощью показателя дисперсности D [4].

Таким образом, нами рассчитаны выше перечисленные параметры и оценена пучинистость грунтов [2].

Таблица

Оценка пучинистости грунтов

Наименование грунта	Глубина	D	R _f	Оценка пучинистости
ИГЭ-1 Супесь с включениями	0,4-0,6		0,0429	чрезмерно пучинистый
	1,2-1,4		0,0015	слабопучинистый
	1,8-2,0		0,0008	практически непучинистый
	1,0-1,2		0,0227	чрезмерно пучинистый
	1,0-1,2		0,0177	чрезмерно пучинистый
	0,4-0,7		0,6343	чрезмерно пучинистый
	0,4-0,6		0,0575	чрезмерное пучинистый
	1,0-1,2		0,3243	чрезмерно пучинистый
	0,5-0,7		0,0164	сильнопучинистый
	1,0-1,2		0,2701	чрезмерно пучинистый
ИГЭ-2 Супесь гравелистая	1,0-1,2		0,0459	чрезмерно пучинистый
	2,5-2,7		0,0007	практически непучинистый
	4,0-4,5		0,0013	практически непучинистый

	3,0-3,3		0,0006	практически непучинистый
	1,0-1,2		0,0004	практически непучинистый
	0,7-0,9		0,0009	практически непучинистый
	0,9-1,1		0,0012	практически непучинистый
	2,0-2,2		0,0004	практически непучинистый
ИГЭ-3 Гравийный грунт с супесчаным наполнителем	6,0-6,2	0,0005		слабопучинистые
	2,1-2,3	0,0005		слабопучинистые
	3,5-3,7	0,0003		слабопучинистые
	4,0-4,2	0,0003		слабопучинистые
	1,5-1,7	0,0006		слабопучинистые
	1,3-1,5	0,0004		слабопучинистые
	2,0-2,2	0,0001		слабопучинистые
ИГЭ-4 Супесь дресвяная	0,7-0,9		0,0006	практически непучинистые
	1,2-1,4		0,0685	чрезмерно пучинистые
	0,9-1,0		0,0011	слабопучинистые
	0,7-0,9		0,0007	практически непучинистые
	0,5-0,7		0,0001	практически непучинистые
	0,5-0,7		0,0012	практически непучинистые
	0,2-0,4		0,0001	практически непучинистые
ИГЭ-5 Дресвяный грунт с супесчаным наполнителем	0,8-1,0	0,0003		слабопучинистые
	1,5-1,7	0,0002		слабопучинистые
	1,3-1,5	0,0002		слабопучинистые
	2,5-2,7	0,0002		слабопучинистые
	1,2-1,4	0,0002		слабопучинистые
	0,2-0,4	0,0003		слабопучинистые
	2,0-2,2	0,0014		слабопучинистые

Анализируя полученные данные можно сказать, что в одной разновидности грунта могут проявляться пучинистые свойства разного характера – от практически непучинистых до чрезмерно пучинистых. Данный факт можно объяснить разной влажностью и гранулометрическим составом грунтов. С увеличением влажности и с увеличением тонкодисперсной фракции – увеличивается способность грунтов *к пучению* (рис. 2).

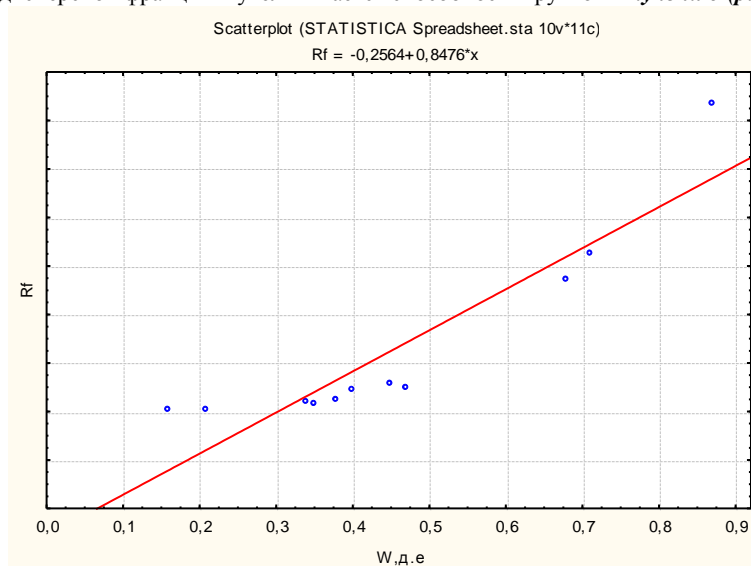


Рис. 2. График зависимости параметра R_f от влажности грунта

Для целей проектирования наиболее целесообразным методом прогноза пучения грунтов является карта районирования по степени пучения. Таким образом, на карте районирования для данных условий выделено 3 района: чрезмерно пучинистые грунты, слабопучинистые и практически непучинистые (рис. 3).

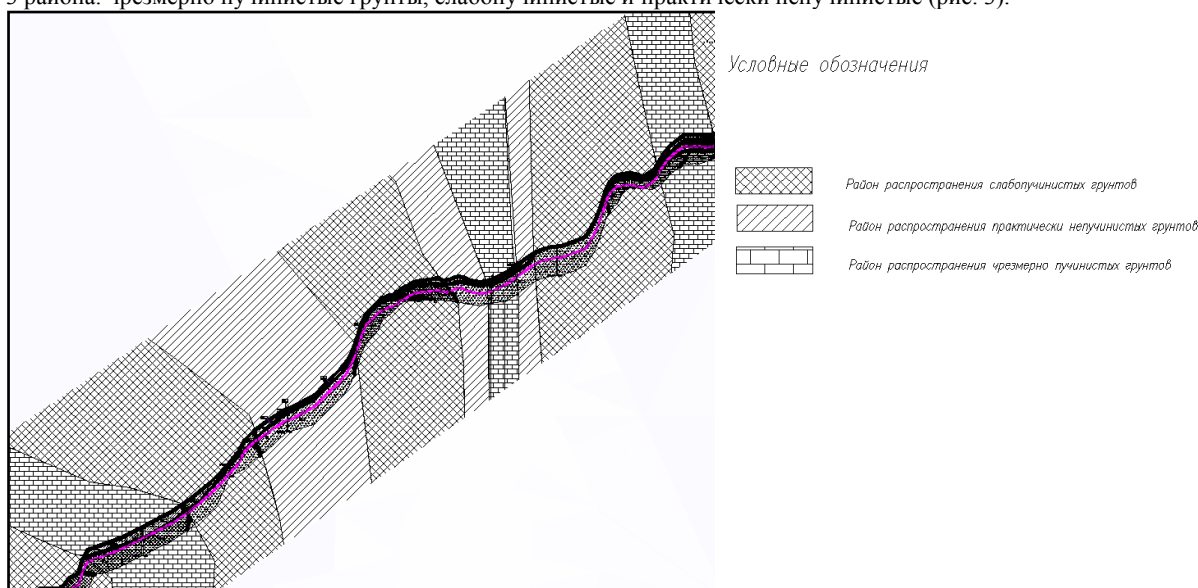


Рис. 3. Карта районирования участка трассы

Подводя итоги, можно сказать, что вопрос борьбы с силами морозного пучения стоит на одном из первых мест, ежегодно на ремонт дорожного полотна уходят большие суммы денег. Оценка же пучинистости грунтов позволит на стадии проектирования выбрать те или иные технологии возведения дорожных насыпей и спрогнозировать возможные разрушения во время эксплуатации, увеличить качество поверхности дороги, тем самым снизить финансовые затраты на ремонт.

Литература

1. ГОСТ 28622-90 Грунты. Метод лабораторного определения степени пучинистости.
2. ГОСТ 25100 95 Грунты. Классификация.
3. Отчет об инженерно-геологических изысканиях «Проект вскрытия участка первоочередной отработки Эльгинского месторождения в пределах Северо-Западного участка. Подъездная дорога», – ООО «Нерюнгростройизыскания», 2009 г.
4. Практикум по мерзлотоведению: учебное пособие/ Т.Я. Емельянова, В.В. Крамаренко; Томский Политехнический университет. – Томск: Издательство Томского Политехнического Университета, 2010. – 116 с.

ПРИЧИНЫ ДЕФОРМАЦИИ БОРТОВ НА УРТУЙСКОМ БУРОУГОЛЬНОМ РАЗРЕЗЕ

С.А. Куйдин

Научный руководитель доцент Г.П. Сидорова
Забайкальский государственный университет, г. Чита, Россия

Уртуйское бурогольное месторождение расположено в Краснокаменском районе Забайкальского края в 8 км севернее г. Краснокаменска в юго-западной части Восточно-Урулюнгуевской впадины, в устьевой части пади Уртуй.

В 2003-2004 гг. на юго-западном борту карьера произошли оползни объемом до 3,5 млн. м³, которые в значительной степени затруднили работу разреза и потребовали дополнительных затрат на устранение последствий явления. В 2008 -2009 гг. оползни произошли на восточном и северо-восточном бортах в обрабатываемых блоках 19-С1 и 18-С1.

Причинами деформации в обоих случаях явились: обводненность месторождения, связанная с остановкой дренажных скважин на юго-западном и восточном бортах, подработка нижней части западного борта до отметки 524м и наличие рыхлой, обводненной толщи четвертичных отложений на северо-восточном борту разреза.

В геологическом строении района участвуют мощная толща (от 10 до 60м) четвертичных отложений, толща нижнемеловых отложений, включающая подугольную толщу, надугольную толщу, которая характеризуется частым и тонким переслаиванием пород различной зернистости, в основном песчаников и алевролитов и продуктивную толщу, а также интрузивные породы среднего-позднего рифея.

Участок месторождения разбит системой тектонических нарушений, выполненных перетертыми алевролитами, углями, и являющимися водоупорными.

В гидрогеологическом строении района принимают участие:

- водоносный горизонт средне-верхнелепестовых озерно-аллювиальных отложений;
- водоносный комплекс нижнемеловых отложений кутинской свиты (K₁kt);
- водоносная зона трещиноватости интрузивных пород среднего-позднего рифея;

В обводнении Уртуйского разреза участвуют подземные воды четвертичных отложений и меловых пород.

Четвертичные отложения распространены почти повсеместно и имеют мощность 50-60 м. Обводнены они неравномерно. Наряду с хорошо проницаемыми породами, имеющими коэффициенты фильтрации до 162,8 м/сут., имеются прослои и линзы заглинизированных и глинистых отложений с коэффициентами фильтрации 1,7 м/сут. и менее.

Высокая обводненность четвертичных образований в юго-западном борту Уртуйского разреза приводит к нарушению его устойчивости и оползанию пород. Возникновение оползней объясняется суффозионным размывом пород, низкой устойчивостью к сдвиговым нагрузкам в обводненном состоянии. При обследовании разреза в начале августа 2003 г. было обнаружено, что четвертичные отложения на контакте с меловыми породами находятся практически в пльвунном состоянии. При этом устойчивость к сдвигу у них весьма мала и они способны легко смещаться по кровле меловых пород. Трещины закола обнаружены летом 2003 г., а в сентябре произошло оползание юго-западного борта. Активизация оползней наблюдалась и в конце 2003 – начале 2004 г. В этот период сместилось около 16 млн. м³ пород юго-западного борта в т.ч. 3,5 млн. м³ пород в районе наложения тектонических разломов. Это объясняется тем, что работа водопонизительных скважин в устьевой части пади р. Уртуй в этот период была остановлена из-за перемерзания отводящего водовода, проложенного по поверхности земли без утепления.

Причиной того, что разгрузка вод четвертичного водоносного горизонта осуществляется непосредственно в борту карьера, является недостаточно эффективная работа дренажной системы в устьевой части долины р. Уртуй. Она представляет собой линейный ряд из 4-х скважин, размещенных поперек долины с суммарным дебитом до 63 м³/час. Максимальный дебит одной скважины достигает 25 м³/час. На восточном и северо-восточном направлениях скважины водопонижения были срезаны горными работами.

Таким образом, разгрузка вод горизонта четвертичных отложений в районе бортов Уртуйского разреза является основной причиной нарушения устойчивости пород, существенно осложняя ведение горных работ и снижая их эффективность.

В настоящее время на Уртуйском разрезе действуют две карьерные зумпфовые водопонизительные установки производительностью 300 и 800 м³/час, которые расположены на отметках 502,5 в блоке 13-С1 и на отметке 548 в блоке 19-С1. За счет их работы в приконтурной зоне карьера практически осушен угольный водоносный горизонт и, в значительной степени, породы надугольной толщи. Однако водоносные породы комплекса четвертичных отложений почти повсеместно не сдренированы из-за наличия практически непроницаемой подошвы из выветрелых алевролитов и аргиллитов, представляющих верхнюю часть надугольной толщи.

Подземные воды четвертичного водоносного комплекса транспортируются к бортам разреза, где и выклиниваются на поверхность на горизонтах 595-605 м. Именно к этим участкам приурочены произошедшие на разрезе оползни. Породы подошвы четвертичного комплекса на участках выклинивания подземных вод находятся практически в пльвунном состоянии, что и обуславливает неустойчивость бортов и их смещение по кровле непроницаемого горизонта.

В процессе выполнения исследований свойств вмещающих пород Уртуйского бурогоугольного месторождения (В.А. Бабелло, А.Е. Беляков) на разрезе «Уртуйский» выявлена пестрая неоднородность фильтрационных свойств углевмещающих пород и четвертичных отложений.

Проведенными исследованиями установлено, что среднее значение коэффициента фильтрации четвертичных отложений составляет 29,9 м/сут, при минимальном значении 1,7 и максимальном 162,8 м/сут. Наиболее распространенное значение коэффициента фильтрации в серии проведенных опытов лежит в диапазоне 28–38 м/сут.



Рис. Результаты обводнения бортов на Уртуйском разрезе

Характерные значения коэффициента фильтрации для трещиноватых аргиллитов надугольной толщи 0,19–0,39 м/сут при среднем значении 0,29 м/сут.

Таким образом, коэффициенты фильтрации четвертичных отложений превышают значения их в породах надугольной толщи более чем в сто раз. Это и вызывает разгрузку подземных вод четвертичного горизонта по кровле меловых осадочных образований в карьере Уртуйский, так как непосредственный переток воды из четвертичных отложений в меловые образования вблизи борта разреза невозможен.

В настоящее время проблема осушения месторождения, а отсюда и устойчивости бортов разреза, является еще весьма актуальной и требует дополнительных исследований, связанных с изучением подробных фильтрационных свойств мощной четвертичной толщи и разработкой системы дополнительного поверхностного дренажа на северном и северо-восточном бортах.

Литература

1. Максимов В.М. Справочное руководство гидрогеолога. – М.: "Недра", 1974.
2. Шлейдер В.А. и др. Отчет по результатам детальной разведки Уртуйского бурогоугольного месторождения. Сосновское ПГО. – Иркутск, 1985.
3. Карпов В.В. Романова А.Н. Отчет по оценке и прогнозу изменений гидрогеологических условий в бассейне пади Сухой Урулюнгуй по материалам мониторинга подземных вод за период 1973–1999гг. ГУП Читагеомониторинг. – Чита, 2001. – 229 с.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВЫСОТЫ КОЛОКОЛЬНИ ПОКРОВСКОГО (ХОТЬКОВ) МОНАСТЫРЯ ПО РЕЗУЛЬТАТАМ ОЦЕНКИ СВОЙСТВ ГРУНТОВ ОСНОВАНИЯ

А.П. Кулешов

Научный руководитель: профессор В.В. Дмитриев.

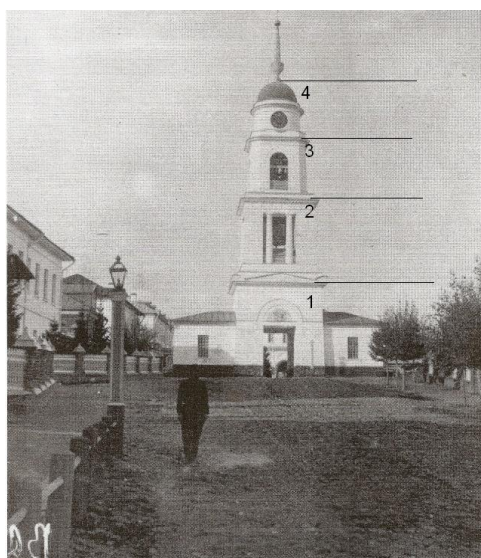
*Российский государственный геологоразведочный университет
им. Серго Оржоникидзе, г. Москва, Россия*

В десяти километрах от Троице-Сергиевой Лавры, на высоком берегу реки Пажи, в 60 км к северо-востоку от Москвы находится один из древнейших в Подмоскovie Покровский Хотьков монастырь. Начальная история монастыря полна загадок. Неизвестно происхождение его названия, неизвестно имя основателя и дата основания монастыря.

Документально подтверждаемые сведения крайне скудны. Место, на котором находится монастырь, издревле называлось Хотково или Хотков. «Хотька» это старинное слово «излучина», и действительно – обитель располагается на высоком холме в излучине р. Пажи, которая петлей огибает монастырские стены.

В 1834 г. севернее игуменских келий прямо на пересекавшей монастырь дороге возвели четырехъярусную колокольню с проездной аркой в нижнем ярусе. Имеется весьма скудная информация о параметрах колокольни: высоте, габаритах основания, размерах ярусов. Такая ситуация для исторических сооружений встречается достаточно часто. Поэтому любая косвенная информация об отсутствующих данных представляется интересной. Колокольня в 1933 г. была взорвана. В настоящее время выдвинута идея в ближайшем будущем воссоздать колокольню. (рис. 1, 2)

В геологическом строении исследуемой территории до глубины 15 м, принимают участие техногенные грунты,



представленные современными насыпными отложениями ($tQIV$) и, грунтами, измененными в условиях

Рис. 1 Фото колокольни XIX века с обозначением ярусов

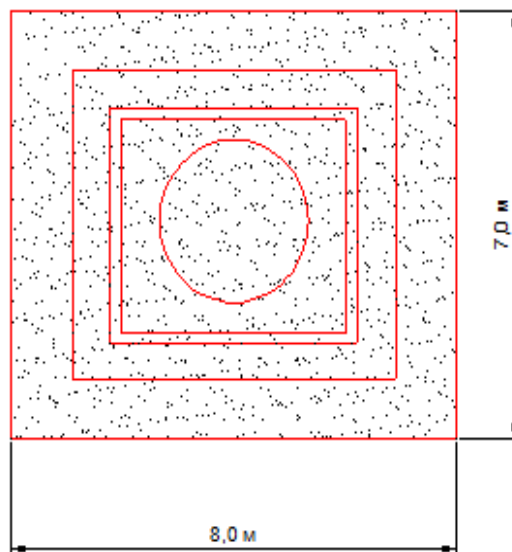


Рис. 2 Проекция проемов на основание (вид сверху)

естественного залегания (tQIV), толща четвертичных отложений, представленных аллювиально-флювиогляциальными отложениями (a-fQIII). Насыпные грунты представлены дресвой и щебнем кирпича, древесины с песком крупным и средней крупности темно-коричневого и коричневого цвета. Аллювиально-флювиогляциальные отложения представлены переслаиванием песка крупной средней плотности темно-коричневого цвета и песка средней крупности средней плотности коричневого цвета. Именно эти грунты подверглись исследованиям, были отобраны образцы ненарушенной структуры из шурфов и переданы в лабораторию.

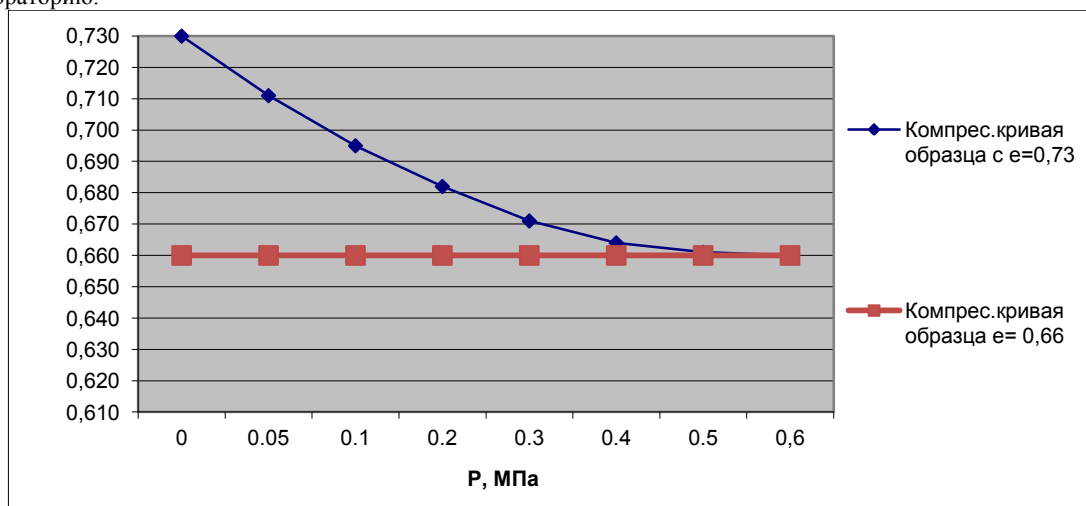
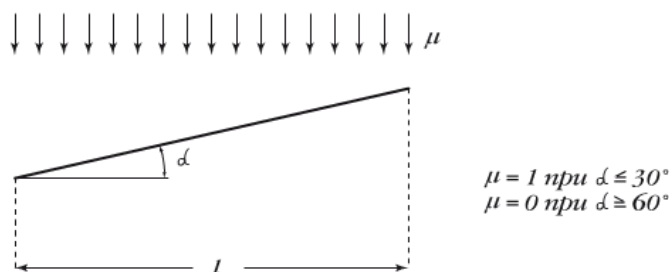


Рис. 3 Компрессионные кривые

В процессе исследований определили коэффициент пористости песков под остатками фундаментов колокольни ($e=0,66$) и в естественном состоянии ($e=0,73$). Так же были выяснены деформационные свойства грунта, результатом чего стало построение компрессионных кривых (рис.3).

Суть идеи заключалась в определении веса и высоты колокольни путем оценки величины изменения пористости грунтов основания, произошедшего в процессе эксплуатации колокольни.

С помощью компрессионных испытаний вычислили нагрузку на основание колокольни, при которой нормативное значение коэффициента пористости песков уменьшилось до значений, установленных для уплотненных песков под фундаментом колокольни. Она составила $\sigma = 0,55$ МПа. Для расчёта снеговой нагрузки по данным СНиП 2.01.07-85 «Нагрузки и воздействия», а конкретно, по картам, вложенным в «Изменения к СНиП 2.01.07-85» определили расчетный вес снегового покрова Q на 1 м^2 горизонтальной поверхности. Он составил $Q=1,8$ кПа. Учитывая конструктивные особенности колокольни, расчет системы скатных крыш ведется по обоим предельным состояниям. По первому: общая потеря устойчивости формы, потеря устойчивости положения, разрушение любого характера; и по второму: затруднение нормальной эксплуатации или снижение долговечности вследствие появления недопустимых перемещений. Расчёт снеговой нагрузки по двум предельным состояниям производится по формулам (1) и (2). Методом интерполяции по рис. 4 определяем коэффициент μ , учитывающий угол ската снежного покрова от собственного веса ($\mu=0,66$). В регионах, где средняя скорость ветра трех зимних месяцев превышает 4 м/с , происходит снос снега с крыш. В этом случае расчетная величина нагрузки от веса снега должна быть уменьшена применением коэффициента s , но в нашем случае, для скатных крыш применяется коэффициент $s = 1$. В итоге получаем.



Для первого предельного состояния:

$$Q_{p.сн} = Q \cdot \mu \cdot c = 1,8 \text{ кПа} \cdot 0,66 \cdot 1 = 1,2 \text{ кПа} \quad (1), \text{ где}$$

$Q_{p.сн}$ – расчетная снеговая нагрузка,

Q – расчетный вес снежного покрова на 1 м^2 горизонтальной поверхности

μ – коэффициент, учитывающий угол ската снежного покрова от собственного веса,

s – коэффициент, учитывающий снос снега ветром.

К значению нагрузки на основание колокольни добавляем ($\sigma = 550 \text{ МПа}$) значение расчетной снеговой нагрузки для первого предельного состояния ($Q_{p,сн} = 1,2 \text{ кПа}$).

Полагаем разуплотнение грунтов основания после разрушения колокольни незначительным. Средняя плотность образцов кирпича из кирпичной кладки, равна $1,8 \text{ г/см}^3$. Для расчёта несущей способности фундамента используют следующую формулу:

$$P = \rho \cdot l \cdot b \cdot h \cdot K \quad (3),$$

где P – нагрузка колокольни на фундамент, кПа,

l – длина основания, см,

b – ширина фундамента, см,

ρ – плотность кирпича, г/см^3 ,

h – высота колокольни, см,

K – коэффициент, учитывающий долю проемов (K_0) и изменение ширины проемов колокольни (K_1),

В ходе преобразований получим:

$$h = \frac{\sigma}{\rho \cdot K} = \frac{550 \text{ кПа}}{1,8 \text{ г/см}^3 \cdot 0,75} = 4074 \text{ см} \approx 41 \text{ м} \quad (4)$$

Таблица

Значение коэффициентов K_0 , K_1 , K .

Номер проема	K_0	K_1	K
1	0,38	0,50	0,75
2	0,26	0,44	
3	0,22	0,26	
4	0,14	0,25	

С помощью оценки изменения пористости грунтов основания, произошедшего в процессе эксплуатации колокольни, удалось определить примерную высотность Покровского Хотьков монастыря, которая составила $h \approx 41 \text{ м}$. Данный метод требует последующей доработки и коррективки.

Литература

1. Полшкова И.Н. Грунтоведение. Механика грунтов. – М.: МГОУ, 2009. – с. 40-63, с. 82-102с.
2. Автор неизвестен. Покровский Хотьков Девичий Монастырь. Издание восьмое. – М.: Свято-Троицкая Сергиева Лавра, 1896, 48.

МЕТОДИКА ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ИЗЫСКАНИЙ ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ РАСЧЕТА СООРУЖЕНИЙ МЕТОДОМ КОНЕЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ

А.П. Кулешов

Научный руководитель доцент А.Г. Купцов

Российский государственный университет имени Серго Орджоникидзе, г. Москва, Россия

Для оценки напряженно-деформируемого состояния системы «грунт – сооружение» со второй половины XX века используются такие программные комплексы, такие как PLAXIS, ABAQUS, ANSYS, COSMOS, NASTRAN, LS-DYNA и многие другие. Каждая программа имеет как сильные, так и слабые стороны. Выбор программы расчета зависит от подготовленности пользователя, типа решаемой задачи, типа доступной ЭВМ, размерности задачи и других факторов. В настоящее время имеется несколько десятков, а то и сотен, моделей, описывающих поведение грунта при нагружении весом здания, применяемых в различных моделях.

В механике грунтов для расчетов оснований и фундаментов по первому и второму предельным состояниям чаще всего используются следующие модели: линейной и нелинейной упругости, упругие модели с изменяющимися модулями упругости, гиперупругости, гипопругости, идеальной упругопластичности, пластичности с упрочнением, гиперпластичности, гипопластичности, вязкоупругости, вязкопластичности, вязкогипопластичности.

При этом модель должна быть достаточно простой настолько, насколько это необходимо, а параметры грунта, от которых зависят результаты расчета, должны определяться с достаточной точностью. Почти все представленные сегодня программы работают по принципу "черного ящика", т.е. пользователю предлагается

заполнить некий вводный формат, в котором фигурируют более или менее привычные характеристики грунта, а затем дожидаться результата. Однако при этом от него остается скрытым механизм, положенный в основу описания поведения грунта и, следовательно, пользователь вынужден либо довериться результату, либо попытаться проверить его доступными способами. Некритичное отношение к результатам расчета может стать причиной серьезных неприятностей и даже аварий. Поэтому представляется полезным рассмотреть модели работы грунта, которые чаще всего применяются в практике расчетов.

По данным рабочей группы European Geotechnical Thematic Network у пользователей современных программных продуктов, позволяющих оценивать напряженно-деформированное состояние грунтов, желающих выполнить расчеты прочности и устойчивости системы «грунт – сооружение», часто возникают трудности по определению и заданию входных параметров, начальных условий, выбору подходящей модели.

Можно отметить, что модели численного моделирования обладают большой перегруженностью математическими зависимостями и на фоне всего не имеющими под собой физических оснований. При практическом применении сложность моделей играет негативную роль и не всегда позволяет исследователю четко представить себе особенности их работы при различных напряженных состояниях.

Все выше приведенные модели более корректно учитывают работу грунта, чем простейшие инженерные методы расчета, но обладают более сложным набором параметров, при правильном назначении которых модель будет отражать работу грунта.

Процесс установления параметров грунта для последующего численного моделирования является важнейшей составляющей обеспечения качества оценки напряженно-деформированного состояния грунтового массива.

Поэтому необходимо уделить особое внимание разработке отечественных нормативов для определения числа Пуассона, коэффициента бокового давления грунта в состоянии покоя, угла дилатансии. Следует установить методику определения этих параметров с достаточной надежностью и с приемлемыми издержками

Во многих случаях пользователи берут недостающие параметры из имеющей нормативной документации. В этом случае следует ожидать получение недостоверных результатов расчетов.

Такой подход дискредитирует саму идею применения сложных моделей, чему, к сожалению, способствуют разработчики некоторых программных комплексов. Программы часто «по умолчанию» сами назначают недостающие параметры, откуда вытекает случайная точность такого назначения и недостоверные расчеты, отображающее состояние грунта.

Следовательно, без подробных инженерно-геологических изысканий с лабораторными испытаниями, в ходе которых будут получены все необходимые параметры сложные модели механики грунтов для расчетов при проектировании применять нельзя.

К большому сожалению, на данный момент нет четкой программы инженерно-геологических изысканий для определения параметров грунта под численное моделирование, что влияет на точность расчетов.

Актуальность работы вытекает из всего выше сказанного, а именно, из сложившегося противоречия, с одной стороны, между широким ассортиментом программных комплексов для расчетов напряженно-деформируемого состояния системы «грунт – инженерное сооружение» и отсутствием общей методики проведения инженерно-геологических исследований для получения необходимых параметров для расчетных моделей – с другой.

Следовательно, необходимо проведение подробных инженерно-геологических изысканий при проектировании сложных сооружений, не похожих на стандартные, направленных на получение натуральных параметров для математического моделирования напряженно-деформируемого состояния взаимодействия в системе «грунт – сооружение» и тем самым снижение случайной составляющей в определении значений параметров грунта и повышение точности расчета.

Литература

1. Инженерная геология, механика грунтов, основания и фундаменты: учебное пособие / Г. И. Швецов.– М.: Высшая школа, 1997. – 383 с.
2. Механика грунтов, основания и фундаменты: учебное пособие / С. Б. Ухов, В.В. Семенов, В. В. Знаменский и др.; Под ред. С. Б. Ухова. – 3-е изд., испр. – М.: Высшая школа, 2004. – 566 с.

ГИДРОГЕОЛОГИЯ РАЙОНА ПЛАНИРУЕМОГО СТРОИТЕЛЬСТВА СЕВЕРСКОЙ АТОМНОЙ ЭЛЕКТРОСТАНЦИИ

Е.А. Куприянов

Научный руководитель профессор С.Л. Шварцев

**Национальный исследовательский Томский политехнический университет,
г. Томск, Россия**

Развитие электроэнергетики тесно связано с перспективами социально-экономического развития страны. Ускорение роста электропотребления и нагрузки обострили проблемы энергоснабжения потребителей, в первую очередь связанных со старением энергетического оборудования, неравномерным размещением генерирующих источников и потребителей электроэнергии, недостаточным развитием электрических сетей.

Наиболее эффективно эти проблемы решаются за счет создания новых атомных энергоисточников, в частности – за счет строительства атомной электростанции (АЭС) [3].

Неотъемлемой частью реализации проекта создания АЭС являются гидрогеологические исследования территории строительства объекта. Гидрогеологические условия определяют саму возможность строительства АЭС. Целый ряд факторов (залегание и состав подземных вод, состояние источников водоснабжения, заболоченность территории строительства и многое другое) должен быть учтен при выборе площадки под строительство такого важного объекта как атомная электростанция. В работе рассматриваются гидрогеологические условия площадки №3 предполагаемого строительства Северской атомной электростанции; приводится характеристика химического состава природных вод исследуемой территории, а также изучение режима близлежащих рек Мостовка, Камышка, Черная и Шишкобойка.

Район размещения площадки под строительство АЭС в административном отношении расположен на территории Томской области Российской Федерации, в пределах закрытого территориального образования (ЗАО) Северск. Административный центр – город Северск – расположен в 19 километрах южнее площадки (рис.1, слева).

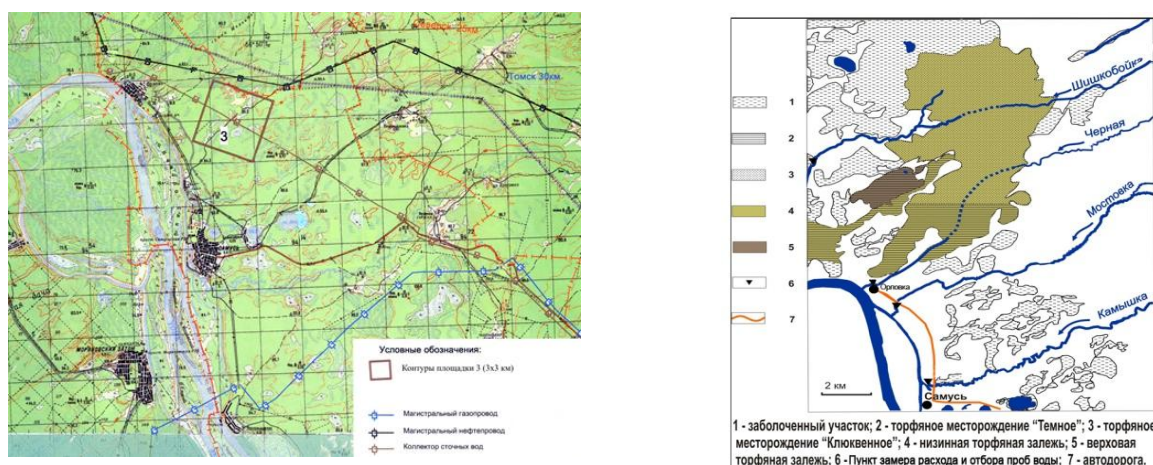


Рис.1 Карта-схема расположения площадки №3 предполагаемого строительства Северской АЭС (слева) и схема местоположения точек отбора речных вод и замера их расхода (справа)

В настоящее время гидрогеология района проектируемой Северской АЭС изучена слабо, поэтому за аналог взят предположительно схожий по гидрогеологическим условиям район водозабора №1 г. Северска, расположенный севернее изучаемой территории. Гидрогеологические условия района характеризуются значительной сложностью. В геологическом разрезе района условно выделен ряд: 1) водоносный комплекс неоген–четвертичных отложений ($N-Q-VI$ горизонт); 2) водоносный комплекс палеогеновых отложений (P_3 $lt(kw)-Va$, $P_{3at}-V$ и $P_{2-3}jur-Iva$ горизонты); 3) водоносный комплекс меловых отложений ($K_2sms-IV$, K_2smn_2-III , K_2smn_1-II и K_1KS-I горизонты) и 4) водоносная зона трещиноватых отложений средне–верхнего девона и нижнего карбона ($D_{2-3}-C_1-«PZ»$ горизонт) водоносных комплексов и горизонтов, не выдержанных по мощности и имеющих сложные границы распространения в плане. Водоносные горизонты разделены относительно водоупорными слоями глин и суглинков ($A - (eT-J; K-P)$, $B - K_1ks$, $C - K_2smn_2$, $D - K_2smn_4$, $E - P_2ll$, $F - P_{2-3}jur$ и $G - P_3nt$). На отдельных участках водоупорные глины замещены песками, и горизонты гидравлически связаны между собой. Нижние водоносные комплексы и горизонты напорные. Верхний (VI) водоносный комплекс – напорно–безнапорный, гидравлически связан с рекой Томь и ее притоками [4].

Воды изученных малых водотоков, бассейны которых прилегают к исследуемой площадке (рек Чёрная, Шишкобойка, Мостовка и Камышка), по классификации О.А. Алекина являются пресными с очень малой и малой минерализацией, изменяющейся от 15 в р. Шишкобойка до 200 мг/л в р. Камышка, гидрокарбонатными кальциевыми (максимальное значение HCO_3^- достигает 146,0 мг/л); по величине pH – от кислых до слабощелочных: значения этого параметра изменяются от 4,4 в верховьях рек до 7,7 в приустьевых участках. По жесткости воды мягкие. Низкие значения минерализации и величины pH в реках обусловлены, скорее всего, наибольшим вкладом в водное питание рек болотных вод, содержащих повышенное количество природных органических кислот (рис.1, справа).

В водах очень высоки содержания $Fe^{общ}$, количество которого составляет от 1,5 до 17,6 мг/л, что также может быть объяснимо питанием рек болотными водами. Грунтовые воды исследуемой территории являются ультрапресными и умеренно пресными (их общая минерализация колеблется от 90 до 300 мг/л), гидрокарбонатными кальциевыми, реже гидрокарбонатными кальциевыми магниевыми. По величине pH воды нейтральные (pH составляет 6,5 – 7,5)[1].

В таблице приведены морфометрические характеристики рек Черная, Шишкобойка, Мостовка и Камышка.

Таблица

Морфометрические характеристики водосборов малых рек нижнего течения р. Томи [3]

Река	Длина, км	Расход, м ³ /с на 09.2011	Уклон водной поверхности, ‰	Площадь водосбора, км ²	Залесенность, %
Шишкобойка	44	0,068	1,69	260	55
Черная	39	0,038	2,33	146	42
Мостовка	21	0,01	3,03	80	83
Камышка	41	0,518	2,21	210	78

Приведённые выше данные дополняются результатами предыдущих исследований и используются автором при составлении гидрографов и расчёте водного стока.

Также автором была составлена схема заболоченных территорий на изучаемой площадке (рис.2), анализируя которую можно сделать вывод, что наиболее заболоченные территории располагаются в восточной, юго-восточной, а также северо-западной частях площадки. Менее заболоченные участки располагаются в центральной, юго-западной и частично в юго-восточной частях изучаемой территории.

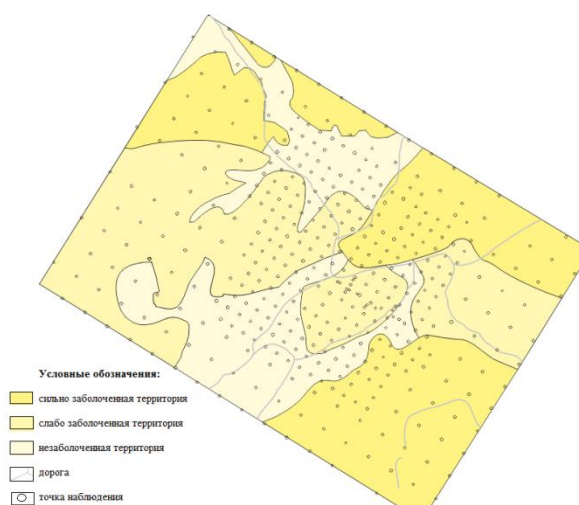


Рис.2 Схема заболоченности изучаемой площадки

Ниже представлены краткие выводы по изучаемому объекту.

Площадка расположена в междуречье рек Камышка и Мостовка, в северной части примыкая к долине последней. Воды р. Мостовка оцениваются как «грязные», но подобная оценка связана не с антропогенным загрязнением, а заболоченностью речных долин и водосборов и последующим поступлением органических веществ в поверхностные и грунтовые воды. Источники антропогенного загрязнения поверхностных вод не выявлены. Площадка наиболее оптимально удалена от возможных основного (р. Томь у с. Орловка) и дополнительного (р. Камышка у с. Петропавловка, при строительстве водохранилища) источников водоснабжения. Что касается эколого-гидрогеологических условий, то в целом для площадки влияние техногенных факторов на состав подземных вод не фиксируется. По базовым лимитирующим гидрогеохимическим показателям качество подземных вод отвечает требованиям СанПиН 2.1.4.1074–01 и воды могут быть отнесены к классу незагрязнённых. Превышение предельно допустимой концентрации в подземных водах концентраций железа и органических веществ вызвано естественной повышенной переувлажнённостью и соответственно заболоченностью территории. По микробиологическим показателям большое количество в водных объектах сапрофитов и сульфатовосстанавливающих бактерий обусловлено природными факторами. Санитарно-гигиенический анализ выявил наличие в речных водах колиформных бактерий в количестве, многократно превышающем нормативы. Содержания калия и урана в почвах несколько ниже среднеобластного уровня [2].

Литература

1. Абдель Азиз Фавзи Махмуд Эль Шиннави Эль Хайес. Химический состав малых рек района болота «Тёмное» // «Научная инициатива иностранных студентов и аспирантов российских вузов», Томск: Изд-во Национального исследовательского Томского политехнического университета, 2010 – С. 257-259.
2. Предварительный отчет по теме: «Проведение инженерно-экологических работ для предпроектной подготовки (выбор площадки) строительства Северной АЭС». – Томск: ТПУ, 2008. – 241 с.

3. Технический отчет по теме: «Проведение инженерных изысканий и исследований с целью предпроектной подготовки строительства Северской АЭС» (этап «Выбор пункта») – Москва, 2008.
4. Шварцев С.Л. и др. Отчёт по теме «Оценка природных условий юго-восточной части Томской области и прилегающих территорий для выбора пункта размещения атомной станции» (Заключительный отчет по х/д 2–68/08). – Томск: Фонды ИГНД ТПУ, 2008. – 310 с.

К ОБОСНОВАНИЮ ЗОНЫ САНИТАРНОЙ ОХРАНЫ ВОДОЗАБОРА ПОДЗЕМНЫХ ВОД СЕКИСОВСКОГО ГОРНОРУДНОГО ПРЕДПРИЯТИЯ (РЕСПУБЛИКА КАЗАХСТАН)

А.А. Лимарева

Научный руководитель доцент А.А. Лукин

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Целью данной работы является обоснование зоны санитарной охраны хозяйственно-питьевого водозабора подземных вод ГРП «Секисовское» с использованием нового методического подхода – моделирования колебаний депрессионной воронки, возбуждаемых прерывистым эксплуатационным режимом работы скважины.

Актуальность обусловлена практической применимостью результатов работы для оптимизации и удешевления системы экологического мониторинга водозабора и его зоны санитарной охраны.

Секисовское месторождение расположено вблизи северо-восточной окраины п. Секисовка, территориально относящегося к Глубоковскому району Восточно-Казахстанской области, в 30 км к северу от г. Усть-Каменогорска. Климат резкоконтинентальный, среднегодовая температура воздуха 3°C, около 5 месяцев температура не поднимается выше 0°C (конец ноября – начало апреля). В этот период подземные воды не получают инфильтрационного питания. Атмосферные осадки в среднем равны 500-600 мм, среднемноголетняя величина испарения с поверхности суши – 400-420 мм [2]. Основная доля испарения – в летнее время, поэтому в этот период роль инфильтрационного питания грунтовых вод незначительна. Гидросеть района представлена малыми реками: Секисовкой и ее притоками Волчевкой, Церковкой, Проскуткой, Малой Зайчихой. Среднемноголетняя величина речного стока для района составляет 140-150 мм, доля в нем подземного стока – 60-70 мм [2].

Объект нашего исследования – подземный водозабор – располагается в рудной зоне Секисовского гранитоидного массива. Гидрогеология района определяется расположением его в пределах горно-складчатых структур Алтая Восточного Казахстана. Рельеф района низкогорный с абсолютными отметками 400-600 м. По условиям залегания и литолого-стратиграфической приуроченности подземные воды разделяются на два типа: пластово-поровые воды кайнозойских отложений и воды открытой трещиноватости в палеозойских породах. Отложения, вмещающие первый тип, имеют малую мощность. Их гидрогеологическая функция двоякая. На водораздельных пространствах эти образования находятся, как правило, в зоне аэрации, в долинах рек и ручьев – формируют грунтовый водоносный горизонт аллювиальных отложений. Подземные воды пресные, преимущественно гидрокарбонатные кальциевые, кальциево-магниевого и кальциево-натриевого с общей минерализацией 0,3-0,5 г/л. По степени жесткости – умеренно-жесткие (3,5-6,5 мг-экв/л). Питание подземных вод горизонта большую часть года осуществляется за счет трещинных вод палеозойских пород, в период половодий и паводков, в зоне берегового регулирования – за счет поверхностных вод.

Зона трещиноватости выветривания формирует основной водоносный горизонт, который относят к грунтовому типу. Воды пресные, гидрокарбонатные кальциево-натриевого, реже кальциево-магниевого с минерализацией 0,2-0,5 г/л. Основное питание осуществляется за счет инфильтрации атмосферных осадков.

На данный момент потребность предприятия в воде по балансу водопотребления и водоотведения составляет 30 м³/сут. Сотрудниками предприятия была выработана «Программа производственного мониторинга хозяйственно-питьевого водозабора». По программе режимная сеть ограничивается двумя скважинами – наблюдательной и эксплуатационной. При этом наблюдательная скважина расположена за пределами области, в которой формируются эксплуатационные запасы и потребительские свойства подземных вод водозабора. Программа не позволяла в полной мере решать задачи, связанные с прогнозом изменения количества и качества подземных вод при эксплуатации водозабора.

Очевидно, что эффективное решение прогнозных задач определяется правильно оборудованной наблюдательной сетью за подземными и поверхностными водами. Первоосновой проектирования и размещения наблюдательной сети локального (производственного) мониторинга водозаборов являются карты гидроизогипс и гидроизопьез эксплуатируемых горизонтов, отражающих природную структуру фильтрационных потоков и условия развития депрессионных воронок [1]. В связи с этим для участка водозабора с целью оптимизации существующей программы нами была построена карта гидроизогипс грунтового водоносного горизонта в зоне трещиноватости выветривания гранитоидного массива (рис.). Карта отразила структуру и все характеристики фильтрационного потока для проектирования и организации наблюдательной сети мониторинга. При построении карты использовалась методика морфоструктурно-гидрогеологического анализа [3]. Более подробное обоснование выбора методики и схема построения карты отражены в [4].

Водозаборная скважина находится в водораздельной части рассматриваемой площади, расположена в 50 м от реки Волчевки и в 28 м от пересыхающего в летнее время ручья. Потребность в воде, как было сказано выше, равна 30 м³/сут. В течение каждых суток скважина работает 2 часа (расход погружного насоса ЭЦВ 4-15-40 равен 15 м³/сут) и 22 часа находится в состоянии простоя. Скважина оборудована павильоном, запорной арматурой, счетчиком расхода воды и пьезометром. Учитывая незащищенность эксплуатационного водоносного

горизонта трещинно-жильных вод от возможного загрязнения с поверхности, в соответствии с требованиями СНиП 2.04.02-84 [7] на водозаборе организована зона санитарной охраны (ЗСО).

Граница первого пояса ЗСО (строгого режима) принята на расстоянии 35 м от эксплуатационной скважины. Зона строгого режима оборудована надежным ограждением, охраной. В пределах этой зоны исключается любая деятельность, не связанная с эксплуатацией водозабора. Учитывая высокую степень анизотропии трещинно-жильного эксплуатационного водоносного горизонта, расчет границы второго пояса ЗСО (зоны ограничений) выполнить гидродинамическим методом невозможно. Поэтому границу второго пояса приняли по границе элементарного водосборного бассейна, в пределах которого происходит формирование эксплуатационных запасов подземных вод хозяйственно-питьевого водозабора [6]. Поскольку вторая зона охватывает весь водосборный бассейн водозабора, граница третьего пояса ЗСО совпадает с границей второго пояса. На территории зоны санитарной охраны запрещается размещение объектов, которые могут вызвать химическое и микробное загрязнение источника водоснабжения в соответствии с требованиями п.10.26. СНиП 2.04.02-84.

Таким образом, в выполненном обосновании размеров второго и третьего поясов ЗСО приняты стоковые границы, определяющие общие природные условия формирования ресурсов и качества подземных вод, эксплуатируемых водозабором. Эти границы и размеры являются предельно возможными.

Задача нашей работы – обосновать ограничение второго пояса ЗСО. Обоснование базируется на использовании критерия, которым оцениваются границы затухания колебаний напоров (уровней) подземных вод, возбуждаемых прерывистым режимом работы водозаборных скважин [5]. Границы затухания принимаются границами их депрессионных воронок, в нашей задаче – границей второго пояса ЗСО. Задача решается методом численного моделирования колебаний напорного поля, возбуждаемых технологическим режимом работы водозабора.

Нами используется программный комплекс PMWIN. Выбор обусловлен тем, что комплекс удобен в пользовании. Численное моделирование выполняется базовым расчетным модулем MOD-FLOW96, который применяется в других (включая современные) профессиональных комплексах моделирования, и самое главное, дистрибутив программного комплекса имеется в открытом доступе в сети INTERNET.

Обоснованы и приняты следующие начальные и граничные условия модели. Технические и технологические: скважина глубиной 35 м, совершенная, диаметр 190 мм; насос и его характеристики указаны выше, работает в режиме суточной цикличности (2 часа – период работы, 22 часа – простоя); моделируется 15 циклов (суток). Гидрогеологические: водоносный горизонт грунтовый, средняя мощность 20 м, допустимое понижение 19,5 м, средний коэффициент фильтрации 1,5 м/сут, средняя водопроницаемость 30 м²/сут; модуль атмосферного питания, равномерный по площади, 200 м³/сут*км².

Моделируются 2 варианта граничных условий: безграничный грунтовый водоносный горизонт, однородный по фильтрационным характеристикам; горизонт с двумя пересекающимися контурами питания (большой водопроницаемости Т). Один совпадает с долиной лога юго-западной ориентировки (Т=100 м²/сут), второй – с долиной р. Волчевки (рис.) (Т=300 м²/сут).

В результате моделирования, по критерию затухания колебаний, радиус второго пояса ЗСО для условия «безграничного пласта» составил меньше 100 м. При условии же двух природных контуров питания границы второго пояса не выходят за пределы этих контуров, т.е. составляют 30-50 м.

Литература

1. Белоусова А.П., Гавич И.К., Лисенков А.Б., Попов Е.В. Экологическая гидрогеология. – М: ИКЦ «Академкнига», 2007. – 397 с.
2. Зекцер И.С., Попов О.В. (научн. ред.). Карта основных элементов водного баланса и водных ресурсов СССР//Атлас гидрогеологических и инженерно-геологических карт СССР. – М.:ГУГК, 1983.
3. Лукин А.А. Опыт разработки методики морфоструктурно-гидрогеологического анализа. – Новосибирск: Наука, 1987.– 112 с.
4. Лукин А.А., Лимарева А.А. Крупномасштабное картографирование структуры фильтрационного потока грунтового водоносного горизонта на участке водозабора подземных вод ГРП Секисовское (Республика Казахстан) и обоснование системы мониторинга// ВСЕГИНГЕО, «Питьевые подземные воды. Изучение, использование и информационные технологии». – Московская область, 2011.
5. Лукин А.А., Букаты М.Б., Зубков А.А., Гусев Е.В., Лукин Ал.Ан. Выявление и использование волновых характеристик в напорном поле при обосновании границ гидродинамического влияния геотехнических систем// Геология и разведка. – М., 2008. – №1 – С. 35-40.
6. Отчет о результатах геологоразведочных работ для хозяйственно-питьевого и технического водоснабжения Секисовского горнорудного предприятия. – Республика Казахстан, с.Секисовка, 2010.
7. СНиП 2.04.02-84. «Водоснабжение. Наружные сети и сооружения». – М.

МОДИФИКАЦИИ АЛГОРИТМА КУМУЛЯТИВНЫХ СУММ ДЛЯ ОБРАБОТКИ ДАННЫХ О НЕСТАЦИОНАРНЫХ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССАХ

О.П. Луценко

Научный руководитель профессор О.Г. Байбуз

Днепропетровский национальный университет имени О. Гончара, г. Днепропетровск, Украина

Современные способы обработки научных наблюдений включают различные типы практических задач: выявление изменений характеристик наблюдаемых событий по временному ряду измеряемых параметров, контроль исправности измерительных цепей и другие. При исследовании геологических процессов подобные задачи возникают при резком воздействии, например при экологической катастрофе, на окружающую среду, при котором возможно быстрое изменение контролируемых физических и химических показателей. Скорейшее обнаружение разладки в исследуемом процессе является довольно значимым фактором, причем последовательные алгоритмы, используемые для обнаружения разладок должны оставаться работоспособными при любых отклонениях статистических характеристик наблюдаемых сигналов. При обработке научных наблюдений, используя методы поиска разладки, возможно раннее обнаружение отклонений в сейсмических процессах, локализация источников возмущений и, как следствие, своевременное предупреждение последствий этих возмущений [2].

Алгоритм кумулятивных сумм основывается на последовательном вычислении значений статистики R согласно значениям временного ряда x_1, x_2, \dots, x_n в реальном времени. Подсчитанные значения R сопоставляют с порогом h . Если $R < h$, то процесс контроля продолжается, иначе – дается сигнал о присутствии разладки.

Последовательные значения функции R_n рассчитываются рекуррентные, исходя из значений статистики на предыдущем шаге R_{n-1} и следующего значения x_i .

В случае изменения дисперсии формула расчета кумулятивной суммы выглядит следующим образом:

$$R_i = \begin{cases} \max(0, R_{n-1} + g(i)), & \text{если } i > 0 \\ 0, & \text{если } i = 0 \end{cases}$$

$$g(i) = \begin{cases} \frac{(x_i - m)^2}{\sigma}, \sigma_1 < \sigma_2 \\ -\frac{(m - x_i)^2}{\sigma}, \sigma_1 > \sigma_2 \end{cases} \quad \sigma = \frac{\sigma_1 + \sigma_2}{2} \quad (1)$$

Здесь:

m_1 – значение математического ожидания до разладки;

m_2 – значение математического ожидания после разладки;

σ – дисперсия на интервале.

Момент разладки N определяется следующим образом: $N = \inf(i: R_i > h)$.

Величина порога h влияет на чувствительность метода и задержку при обнаружении разладки. При высоком значении h кумулятивная сумма дольше будет откладываться до заданного предела и в определенных случаях может начать уменьшаться, так и не достигнув этого предела. В то же время, при очень низком значении порога, увеличится количество ложных сигналов [1].

В данном случае кумулятивная сумма накапливается в тех точках, дисперсия в которых выше усредненного значения (то есть увеличивается отклонение от среднего). В противном случае значение кумулятивной суммы уменьшается.

В случае АКС для изменения среднего значения R_n вычисляются по формуле:

$$R_i = \begin{cases} \max(0, R_{n-1} + g(i)), & \text{если } i > 0 \\ 0, & \text{если } i = 0 \end{cases}$$

$$g(i) = \begin{cases} \frac{x_i - m}{\sigma}, m_1 < m_2 \\ \frac{m - x_i}{\sigma}, m_1 < m_2 \end{cases} \quad m = \frac{m_1 + m_2}{2} \quad (2)$$

Здесь:

σ_1 – значение дисперсии до разладки;

σ_2 – значение дисперсии после разладки;

m – математическое ожидание на интервале.

Метод основан на переборе всех моментов времени t (предполагаемых моментов разладки). На интервалах $[t-w; t-1]$, $[t; t+w]$ осуществляется подсчет значений статистики $m1$, $m2$ соответственно. Кумулятивная сумма накапливается до достижения заданной границы в тех точках, значение курса валют в которых лежит выше среднего на интервале при росте среднего (восходящем тренде) и ниже среднего при нисходящем среднем (на нисходящем тренде), иначе значение суммы уменьшается.

Как и в предыдущем случае, момент разладки N определяется по принципу $N = \inf\{i: R_i > h\}$.

АКС для измерения среднего более точен, но его использование ограничивается определением точки разладки процессов с неизменным средним значением. В задачах, где равномерное возрастание или убывание функции не считается разладкой, метод в исходном виде становится неприменим, так как выдает сигнал о разладке на всей протяженности функции.

Авторы предлагают решить указанную проблему путем модификаций метода.

1) Подключение алгоритма апостериорного удаления ложных точек. Ложными при этом считаются такие точки разладок, которые лежат на отрезках, на котором отклонение от прямой, проведенной через предыдущую и следующую найденные точки, не превышает установленного барьера. Модифицированный метод показывает хорошие результаты при апостериорном обнаружении, но такая модификация имеет существенный недостаток: она делает невозможным использование АКС для изменения среднего в процессе последовательного обнаружения разладки.

2) Подключение алгоритма определения степени уверенности выявления разладки. В качестве характеристики уверенности может быть принят угол между двумя прямыми, которые наилучшим образом аппроксимируют отрезки заданной длины справа и слева от найденной точки разладки. Достигнув наилучшей аппроксимации с помощью метода наименьших квадратов, определим угол φ между прямыми. Чем больше этот угол, тем сильнее изменилось состояние системы (см. рисунок).

3) Применение АКС не к исходной кривой наблюдений, а к ее первой производной по времени. Как известно, физический смысл такой производной – скорость изменения значений функции. Резкое изменение значения скорости (разладка первой производной) будет означать изменение направления графика временного ряда, то есть разладку исходного процесса. В случае, когда нужно определить изменение действующей тенденции, точка разворота графика (или, иначе говоря, локальный экстремум) будет характеризоваться тем, что значение первой производной пересечет нулевую отметку. В этом случае следует отбрасывать точки разладки, лежащие далеко от нулевой отметки на графике производных.

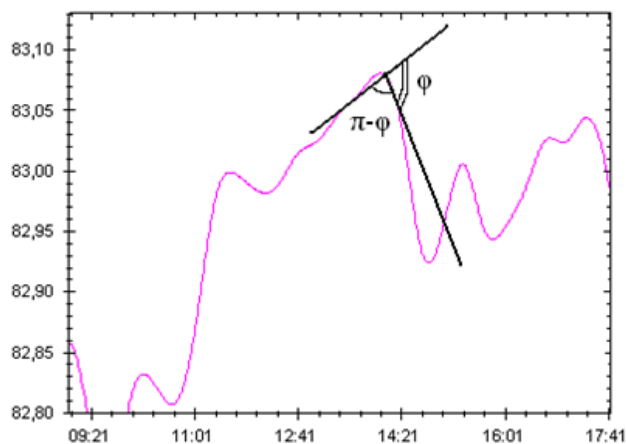


Рис. Алгоритм определения степени уверенности

Широкие возможности управления чувствительностью обнаружения, как со стороны алгоритма, так и надстроек, делают алгоритм кумулятивных сумм универсальным инструментом последовательной обработки данных. Использование указанных надстроек позволяет использовать АКС для более широкого круга задач, чем его базовую версию, в том числе для случаев, когда входные данные имеют тенденцию к росту или спаду.

Литература

1. Никифоров И.В. Последовательное обнаружение свойств временных рядов. – М.: Наука, 1983. – 198 с.
2. Хайретдинов М.С., Омельченко О.К., Родионов Ю.И. Автоматизированная технология локализации сейсмического источника. // Третья Международная конференция «Математические методы в геофизике», – Новосибирск, 2003. – ч. II. – С. 529-535.

ХАРАКТЕРИСТИКА ПОДЗЕМНЫХ ВОД МИХАЙЛОВСКОГО РАЙОНА ПРИМОРСКОГО КРАЯ**Е.И. Микульчик****Научный руководитель доцент Л.П. Черемисина
Дальневосточный федеральный университет, г. Владивосток, Россия**

Доступность и качество питьевой воды определяют здоровье нации и качество жизни. Сегодня каждый второй житель России вынужден использовать для питьевых целей воду ненадлежащего качества, не соответствующую по ряду показателей санитарно-гигиеническим требованиям. Пятая часть населения, живущая в сельской местности, вообще не имеет доступа к централизованным источникам водоснабжения, и для обеспечения технических, хозяйственно-бытовых и питьевых нужд используют подземные воды из водозаборных скважин. Однако не всегда такая вода соответствует нормативам качества [1].

Для определения качественного состава вод в селах Михайловского района Приморского края, водоснабжение которых базируется только на эксплуатации подземных вод с использованием разведочно-эксплуатационных водозаборных скважин, был проведен анализ данных, полученных центром санитарно-эпидемиологического контроля с. Михайловка, и выделены приоритетные показатели загрязнения.

По схеме гидрогеологического районирования площадь размещения исследуемых скважин находится в пределах Западно-Приморского артезианского бассейна – структуры I порядка, в состав которого входит Южно-Приморский сложный артезианский бассейн II порядка. В свою очередь Южно-Приморский бассейн разделяется на ряд малых артезианских бассейнов III порядка, приуроченных к кайнозойским наложенным депрессиям – Ивановский, Вознесенский, Ляличинский и Воздвиженский артезианские бассейны.

На территории Михайловского района установлена серия водоносных горизонтов. Из них водозаборными скважинами эксплуатируются подземные воды базальтов шуфанской свиты плиоцена, усть-давыдовской свиты миоцена, воды зоны экзогенной и эндогенной трещиноватости вулканогенных образований среднего девона светляровской свиты. Питание водоносные горизонты получают за счет прямой инфильтрации атмосферных осадков, напорных артезианских вод, а также перетекания из вышележащих водоносных горизонтов аллювиальных четвертичных отложений.

На рассматриваемой территории подземные воды шуфанской свиты получили широкое распространение. Водоносный горизонт повсеместно залегает первым от поверхности земли, слагая поймы рек Илистая, Ивановка и Лубянка, за исключением перекрытий аллювиальными четвертичными отложениями. Глубина залегания водоносного горизонта, локализованного в базальтах, изменяется от первых метров (в долинах мелких рек) до нескольких десятков метров на водоразделах и в долине р. Иистой, где мощность перекрывающих базальты четвертичных аллювиальных отложений более 10 м. Мощность водоносного горизонта увеличивается с востока на запад и зависит как от глубины залегания подземных вод, так и мощности базальтов. Максимальная мощность водоносного горизонта 59,5 м. вскрыта в центре Ивановской депрессии. Воды горизонта безнапорные.

Водоносный горизонт усть-давыдовской свиты миоцена большей частью распространен вторым от поверхности земли, залегая под толщей аллювиальных отложений и отложений шуфанской свиты плиоцена, выполняющей депрессию. Для комплекса характерна изменчивость литологического состава и напорный режим.

Подземные воды относятся к защищенным от загрязнения. Водосодержащие породы представлены песками, гравийно-галечными и гравийными отложениями, которые сложно переслаиваются с водоупорными алевролитами, аргиллитами, алевропесчаниками с линзами и прослоями бурых углей. Водозаборные скважины с. Михайловка приурочены к Воздвиженскому артезианскому бассейну.

Воды, приуроченные к вулканогенным образованиям среднего девона, занимают значительную площадь Ляличинской депрессии и расположены на водоразделах рек Абрамовки, Осиновки, Иистой и в долине р. Снегуровки. Водовмещающими породами являются трещиноватые измененные риолиты и туфы. Водоносность этих пород связана с экзогенной и эндогенной трещиноватостью. Мощность трещиноватой зоны составляет 50–60 м., а в зонах тектонических нарушений – до 100–120 м. Степень трещиноватости пород (и соответственно коллекторские свойства) значительно увеличивается в зонах тектонических нарушений. Почти по всей площади своего развития данный комплекс залегает первым от поверхности и только на отдельных пониженных участках перекрывается кайнозойскими отложениями, залегая вторым от поверхности. В районе расположения исследуемых скважин подземные воды имеют напорный режим и защищены от проникновения загрязняющих веществ.

Речная сеть в районе исследования имеет густоту 0,7–0,8 км/км². Река Илистая является самой крупной водной артерией исследуемого района. В питании реки преобладают дождевые воды, сток талых вод не превышает 10–15%, величина подземного питания составляет около 10–12%. К бассейну р. Иистая приурочены села Горбатка, Ивановка и Ширяевка, а Михайловка и Воздвиженка – к бассейну р. Раздольная.

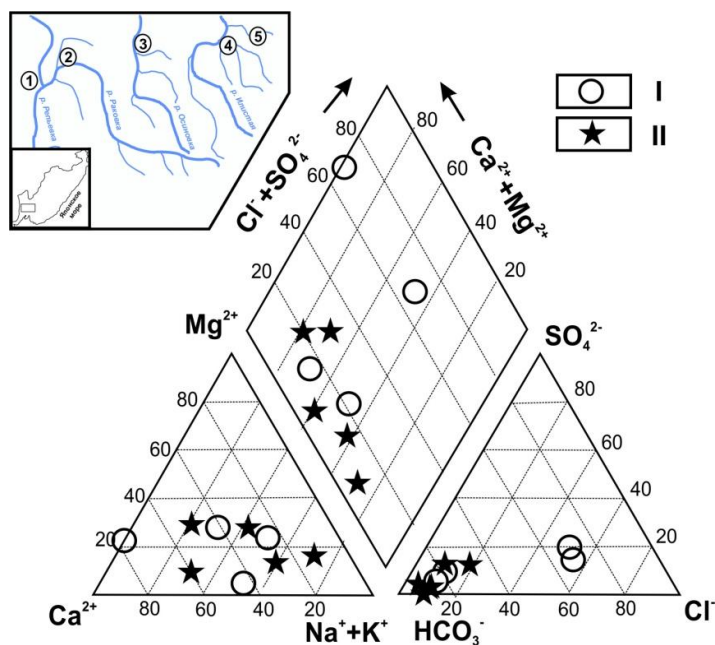


Рис. 1 Диаграмма Пайпера для питьевых подземных вод
 I – Раздольненский речной бассейн. Скважины сел Михайловка (1), Воздвиженка (2);
 II – бассейн р. Илистая. Скважины сел Горбатка (3), Ивановка (4), Ширяевка (5).

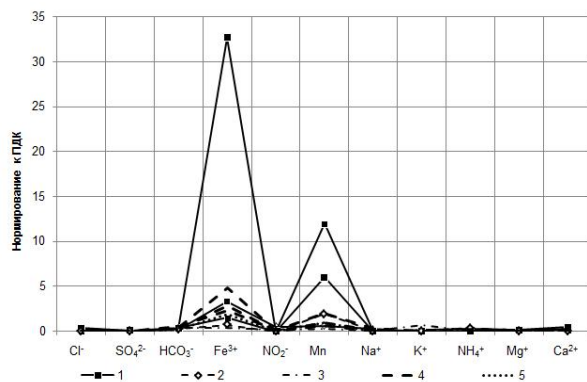


Рис. 2. Превышение концентрации элементов над ПДК

подземные воды эксплуатируемых водоносных горизонтов и комплексов отвечают существующим нормативам и требованиям [2,3,4], за исключением повышенного содержания железа и марганца, в особенности по скважинам с. Михайловка. Исследованные воды пригодны для водоснабжения населения после обязательной водоподготовки: обеззараживания и обезжелезивания.

Литература

1. РИА Восток-медиа «С чистой водой в Приморье – серьезные проблемы» <http://www.zdv.su/n4841.html>.
2. ГОСТ 2761-84 «Источники централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения. Гигиенические, технические требования и правила выбора. – М.
3. ГОСТ 2861-84 «Источники централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения. Гигиенические, технические требования и правила выбора». – М., 1984.
4. СанПиН 2.1.4.1074-01. «Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества»./Госкомсанэпиднадзор России – Москва, 2001.
5. Тарасенко И.А., Зиньков А.В. Буянова Л.Г. Инженерно-экологические изыскания на стадии ликвидации шахты «Ильичевская» (Приморский край) // Инженерные изыскания. – М., 2011. – №7. – С. 62–69.

Анализ проб из скважин выявил на исследуемой территории преобладание гидрокарбонатных вод. Сульфатные и хлоридные воды наблюдаются в районе с. Михайловка, что характерно для болотистой местности или угольных шахт (рис. 1). Сопоставив анализы воды с результатами инженерно-экологических изысканий на стадии ликвидации шахты «Ильичевская» [5], можно сделать вывод, что сульфатная компонента не связана с собственно шахтными водами, но может быть обусловлена взаимодействием водоносного горизонта с угольными прослоями, широко развитыми в миоценовых отложениях (N₁).

Также выявлено сильное превышение концентрации химических элементов над ПДК [2,3] (рис. 2). Содержание Fe³⁺ превышает нормативные показатели в селах Михайловка в 2–33 раза, Ивановка в 3–5 раз, Ширяевка в 2 раза. В селах Воздвиженка и Горбатка превышений нет. Содержание Mn превышает нормативные показатели в селах Михайловка в 6–12 раз, Воздвиженка в 2 раза, Ивановка в 4 раза. В селах Горбатка и Ширяевка превышений над ПДК не выявлено.

По химическому составу подземные воды гидрокарбонатно-хлоридные, натриевые и смешанные по катионному составу, пресные. Минерализация достигает 0,38 г/дм³. Реакция воды нейтральная. Воды имеют безнапорный и напорный режим и на большей части рассматриваемой территории защищены от загрязнения. По химическому составу удовлетворяют требованиям, предъявляемым к питьевым. По бактериальному состоянию воды относятся к кондиционным.

Таким образом, за период эксплуатации водозаборных скважин

ОСОБЕННОСТИ ГИДРОДИНАМИЧЕСКИХ ПОЛЕЙ РАСПАДСКОГО КАРЬЕРА, ШАХТЫ И ПОДЗЕМНЫХ ВОДОЗАБОРОВ.

Е.В. Михеева

Научный руководитель доцент А.Д. Назаров

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

ЗАО «Распадская» расположено в Томь-Усинском геолого-экономическом районе Кузбасса и по административному делению входит в состав Междуреченского района Кемеровской области РФ. ЗАО «Распадская» объединяет 4 угледобывающих предприятия: шахту «Распадская», шахту «МУК-96», «Разрез Распадский», а также смежную шахту №2 ЗАО «Распадская Коксовая», водозаборы подземных вод (Глуховский, Лин-Су, Ольжерасский) [3], (рис.). В гидрогеологическом плане каждый из объектов можно рассматривать как самостоятельное гидродинамическое поле, так и во взаимодействии одного гидродинамического поля с другим, что в конечном счете, определяется наличием мониторинговых наблюдений в пределах гидродинамических полей, тяготеющих к определенным объектам или взаимодействующих между собой.

Горнодобывающее предприятие ЗАО «Распадская» эксплуатирует Распадское месторождение каменного угля, расположенного в переходной (от лесостепной к таежной) ландшафтной зоне, абсолютные отметки поверхности которой колеблются от 282,6 м абс в поймах рек до 245,8 м абс на водоразделах. Глубина эрозионных врезов 20-150 и более м. Количество атмосферных осадков 800-1000 и более мм/год, величина испарения до 350 мм/год, модуль поверхностного стока изменяется в пределах 20-25 л/км², подземного – 3-7 л/км², доля расхода атмосферных осадков на поверхностный сток колеблется от 50 до 60 % (500-650 мм/год), доля инфильтрационного питания составляет 10-12 % (100-120 мм/год). Условия питания подземных вод благоприятные: преимущественно затаеженная местность, малая мощность рыхлой толщи, затяжные осенние дожди, значительная густота речной сети (0,5-0,8 км на км²). Уровненный режим рек характеризуется двумя подъемами - весенним и осенним, равно как и уровни подземных вод, с той лишь разницей, что весенний подъем уровней подземных вод меньше осеннего, а речного наоборот в весенний период больше. Годовой паводковый расход рек в пределах месторождения изменяется от 1,7 до 3,5 м³/с, меженный 0,002–0,015 м³/с. Гидравлический уклон от 0,006-0,05 [1,2].

Гидрогеологический разрез Распадского месторождения по характеру водообмена подразделяется на 3 зоны: зона активного водообмена, тяготеющая к верхней части разреза, сложена преимущественно мезозойскими и в меньшей степени кайнозойскими отложениями с пресными водами, распространена до глубины 60-90 в долинах рек и до 200-250 м – на водоразделах, Зона замедленного водообмена, лежащая гипсометрически ниже первой в основном со слабоминерализованными водами, распространена до глубины 1000 и более м. Геологический разрез ее представлен пермской угленосной толщей. На глубинах порядка 1300-1500 м вскрыта зона весьма замедленного водообмена с высокоминерализованными водами.

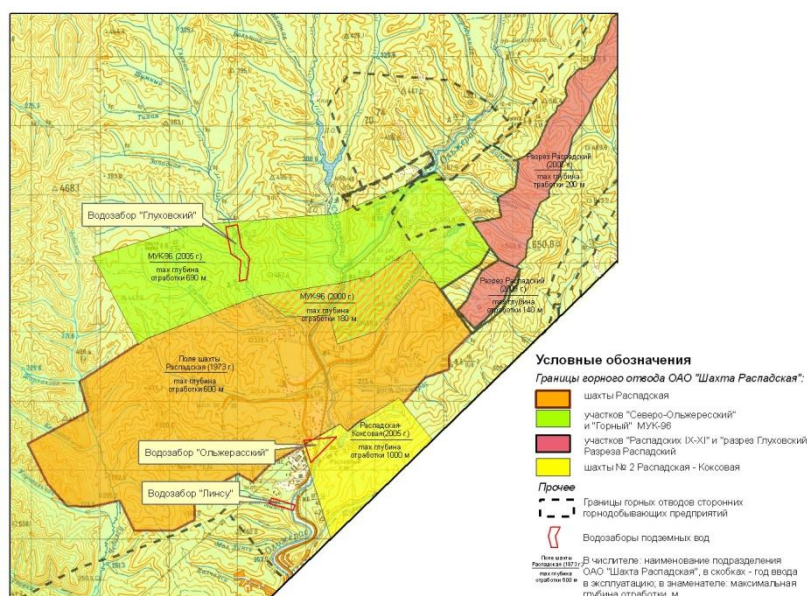


Рис. Схематическая карта техногенной нагрузки Распадского месторождения

Согласно имеющимся гидрогеологическим материалам, площадь Распадского месторождения в пределах зоны активного водообмена по степени техногенного воздействия (с учетом его влияния на гидрогеологическую обстановку) можно подразделить на ряд гидродинамических полей, приурочив их к определенному объекту, оказывающему существенное влияние на изменение гидродинамической обстановки.

Шахта «Распадская» (год пуска 1973 г.) занимает северную часть месторождения ведет работы на глубинах от 60 до 600 м, площадь ее в границах горного отвода 54,5 км², среднесреднеголетний приток по шахте за последние 10 лет составил 3350 м³/час, когда как за первые 10 лет эксплуатации порядка 1050 м³/час.

Шахта «МУК-96» (год пуска 2000-2005 гг.) расположена в северной части месторождения, площадь шахтного поля в границах горного отвода 25,41 км², глубина отработки в северной части горного отвода 690 м, в юго-восточной 180 м, среднегодовой приток за период эксплуатации (2000-2010 гг.) составил 1041,3 м³/час.

Разрез Распадский (начало работ 2007-2009 гг.) цель – отработка угля открытым (траншеями) способом на участках, где подземная добыча его не возможна (не эффективна). Общая площадь горного отвода разреза 9,67 км², максимальная глубина отработки 140-200 м. Среднегодовая величина водоотлива 754,6 м³/сут с общей площади 231500 м².

Шахта № 2 «Распадская-Коксовая» введена в эксплуатацию в 2005 году. Площадь в границах горного отвода 957 га. Поскольку поле шахты расположено в горно-таежной незаселенной местности и максимальная глубина отработки угольных пластов составляет порядка 1000 м, техногенного воздействия на поверхность вследствие просадки кровли лав не ожидается или она будет весьма незначительным, равно как и ожидаемые водопритоки, которые за годы эксплуатации (2005-2010 гг.) не превысили 302 м³/час.

Эксплуатация месторождения шахтой с гидрогеологической позиции идет в зоне замедленного водообмена с минимальной обводненностью горных пород (водопроницаемость варьирует в пределах 30-100 м³/сут [1]). Подземные воды, дренируемые выработками, выводятся на поверхность и сбрасываются в р Ольжерас.

Водозабор «Глуховский» расположен в долине одноименной реки, предназначен для хозяйственно-питьевого водоснабжения ЗАО «Распадская», водопотребность которой составляет 1800 м³/сут. Водозабор разведан в 2004 г. Утвержденный водоотбор 2200 м³/сут. Водозабор эксплуатирует нижнеюрский водоносный комплекс. Водозабор пущен в эксплуатацию в ноябре 2011 года. Площадь участка водозабора в границах утвержденного горного отвода составляет 22 га. Нижняя граница эксплуатации 120 м [2].

Водозаборы «Линсу» и «Ольжерасский»

Водозабор «Линсу» расположен в долине р.Бол.Линсу (правый приток р.Ольжерас), а водозабор «Ольжерасский» в долине одноименной реки. Каждый из них состоит из 2-х скважин и эксплуатируют водоносный комплекс средне-верхнепермских отложений. Среднегодовой суммарный водоотбор по водозабору «Линсу» 451,2 м³/сут, по водозабору «Ольжерасский» – 600 м³/сут.

Многолетние наблюдения на отмеченных предприятиях позволят построить простейшую гидродинамическую модель в изолиниях, характеризующую естественное положение уровней подземных вод и деформацию ее в результате современной техногенной нагрузки.

В процессе ведения горных работ и работы водозаборов интенсивному дренажу подвержены водоносные комплексы: четвертичных аллювиальных отложений (аQ_{IV}), нижнеюрских (J₁) и средне-верхнепермских (P₂₋₃), что, существенно влияет на гидродинамическую обстановку подземных вод в районе их деятельности.

Гидрогеологические условия Распадского месторождения довольно сложные и определяются комплексом факторов: количеством выпадающих атмосферных осадков, малой мощностью рыхлых четвертичных отложений; наличием достаточно обводненных юрских отложений в кровле продуктивных, а также постоянно действующих и временных водотоков, подрабатываемых шахтой.

Опыт эксплуатации шахт свидетельствует о наличии корреляционной связи между интенсивностью атмосферных осадков, трещиноватостью массива пород, глубиной проведения горных работ, площадью подземных горных выработок и водопритоками в них.

Наблюдениями установлено, что в результате эксплуатации шахт произошло существенное изменение водного баланса территории поскольку подземные воды в настоящее время разгружаются в основном в горные выработки и в начительно меньшей мере – в водотоки. Так доля просачивания атмосферных осадков возросла со 120 до 350 мм/год, а превышение среднмаксимального общешахтного притока над паводковым возросло в 2,5 раза. В то время как, водопритоки за счет естественного дренажа подземных вод довольно низкие и постоянно возрастающие водопритоки связаны, главным образом, с прогрессирующим ростом трещиноватости, образующейся после посадки кровли лав и увеличением проницаемости массива горных пород, а также за счет появления мульд сдвижения на поверхности, в результате чего интенсифицируется связь подземных и поверхностных вод, что привело к снижению напоров. Такое влияние горных выработок на режим подземных вод приводит к тому, что поверхностные водоёмы и водотоки в пределах дренируемой площади, становятся источниками питания подземных вод, в то время как в естественных условиях они являлись областями разгрузки подземного стока.

Размеры площади, осушаемой в результате водоотлива, соответствует общей площади подработанного шахтой пространства и ограничивается расстоянием в 0,7-2,0 км от контура ведения горных работ. Существенное влияние (снижение уровня от 20-30 м до максимум 100 м) наблюдается лишь на площадях, достаточно близких к горным выработкам.

По результатам гидрогеофизических работ: 2003, 2006, 2008 и 2010 гг. [4] на действующих водозаборах «Линсу» и «Ольжерасский» установлено, что на первом произошло снижение уровня с 12,4 м до 19,0 м, а на втором с 2,1 м до 10,4 м. Водозабор «Линсу» расположен в долине р.Бол.Линсу на удалении 750 м от полей действующих шахт «Распадской» и «Распадской-Коксовой», а «Ольжерасский» – в долине одноименной реки непосредственно на поле шахты «Распадская», что, вероятно, послужило причиной такого снижения уровня подземных вод.

Таким образом, анализ имеющихся материалов позволяет сделать вывод, что каждое из предприятий в результате своей деятельности отрицательно влияет на гидродинамическую обстановку территории Распадского месторождения.

Литература

1. Крашин И.И., Скворцова Г.А. Отчет о результатах работ по объекту: «Разработка системы региональных численных моделей Кузнецкого угольного бассейна и подготовка исходных данных для создания региональной численной модели Кузбасса масштаба 1:500000», – Зеленый, 2007.
2. Токарева В.В. Отчет по поискам и оценке подземных вод для хозяйственно-питьевого водоснабжения ОАО «Распадская», – Березово, 2004.
3. Материалы лицензии КЕМ 13781 ТЭ «ОАО Распадская», дата регистрации 11.10.2006.
4. Первичная документация по объекту ЗАО «Распадская» фирм ООО «Геозкос» – Междуреченск.
5. Документация по объекту ЗАО «Распадская» фирмы ООО «АкваСиб» – Новокузнецк.

ВЛИЯНИЕ ИНТЕНСИВНОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ ПОДЗЕМНЫХ ВОД НА ОСЕДАНИЕ ЗЕМНОЙ ПОВЕРХНОСТИ

Ю.А. Моисеева

Научный руководитель профессор В.К. Попов

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Интенсивная эксплуатация подземных вод приводит к оседанию земной поверхности земли, обусловленному снижением их напоров, вызывающих увеличение напряжений в массиве пород. Динамика развития возможного оседания земной поверхности при водопонижении зависит от ряда факторов: интенсивности водоотбора, величины снижения напоров, геологического строения и морфологии района, мощности и состава уплотняемых пород и их физико-механических свойств, степени первичной консолидации пород.

Оседание земной поверхности в ряде случаев настолько интенсивно, что приносит огромный экономический ущерб. Происходит повышение уровня грунтовых вод, подтопление и заболачивание местности, обводнение зданий и промышленных сооружений, затопление прибрежных территорий; при неравномерном оседании – разрушение зданий, дорог и подземных коммуникаций, деформации мостов, портов, набережных и других сооружений. Наиболее пагубные последствия явления оседания имеются в Японии, Мексике, США, Италии, Нидерландах, Таиланде, где осадка составила до 12 м. Кроме того, частичную необратимость процесса оседания, даже при восстановлении напоров подземных вод, можно объяснить тем, что оседание связано преимущественно с уплотнением и пластическими деформациями глинистых пород с высокими реологическими свойствами (совокупность свойств, определяющих способность г. п. изменять во времени напряжённо-деформированное состояние в поле действия механических сил).

В связи с этим оценка эксплуатации запасов подземных вод (ЭЗПВ) крупных месторождений должна включать в себя также и прогнозирование процессов оседания земной поверхности.

Прогнозные оценки могут осуществляться как на базе экстраполяции данных об оседании земной поверхности в районе действующих водозаборных сооружений, так и расчётным путём по данным о сжимаемости пород разреза, получаемым в лабораторных условиях.

В практике разработки твёрдых полезных ископаемых количественный прогноз оседания был осуществлён при проходке шахтного ствола на Яковлевском железорудном месторождении КМА (Белгородская область) в 1960 г. (Иванов и др., 1961). Причиной формирования отрицательных рельефных форм является изменение напряжённого состояния горных пород в условиях их естественного залегания при снятии гидростатического давления.

Наблюдения на действующих водозаборных участках проводятся с помощью скважинных экстензиометров или регистратов уплотнения пород по специально оборудованным реперным постам. Принцип таких наблюдений заключается в определении смещения устья скважины относительно платформы, укрепленной на бетонном основании, т.е. поверхности земли. Скважины должны быть обсажены до более уплотнённых, практически несжимаемых пород. Необходима периодическая нивелировка платформы.

Перспективными считаются наблюдения за динамикой поверхности земли с помощью спутника. В настоящее время таким путём возможна оценка интенсивности движения земли до 1см в год.

Лабораторные определения уплотняемости пород дают возможность более дешёвых, массовых и ускоренных прогнозных оценок. Однако в этом случае следует обосновывать представительность выполненных определений, зависящую от текстурно-структурных особенностей изучаемых пород.

Предварительная оценка возможных величин оседания земной поверхности при проектировании водозаборных сооружений позволяет определить допустимые масштабы эксплуатации.

В докладе рассматривается метод построения геодинамической сети (геодинамического полигона), предназначенный для отслеживания деформационных процессов на территории города, района, области и т. п. К настоящему времени основными методами наблюдений на геодинамических полигонах являются: геодезические (в первую очередь, нивелирование), которые изредка дополняются гравиметрическими, геохимическими и, в очень редких случаях, сейсмологическими измерениями. Подобная ситуация является объективной и не только в

связи с тем, что так предписано нормативными документами. Большинство нефтегазовых месторождений находится в платформенных, слабосейсмичных регионах, а наиболее негативные (опасные) геодинамические явления – это обширные просадки территории месторождений и деформационные процессы в зонах разломов, что и определяет доминирование методов прямого изучения деформаций. Именно поэтому для работ в этой области привлекаются специализированные организации, имеющие соответствующие лицензии в области производства геодезических и маркшейдерских работ. Сложившаяся в настоящее время практика по созданию геодинамических полигонов заключается в следующей последовательности действий:

1. Проводится предварительная геодинамическая экспертиза объекта.
2. В случае, если предварительная геодинамическая экспертиза показала необходимость создания геодинамического полигона, то готовится горно-геологическое обоснование и технический проект (программа) системы геодинамических наблюдений (геодинамического полигона).
3. Технический проект (программа) геодинамического полигона согласовывается в Ростехнадзоре при наличии экспертного заключения на проект по охране недр.
4. После согласования технического проекта (программы) геодинамического полигона с органами Ростехнадзора наступает стадия закладки наблюдательных пунктов и проведения исходных (и последующих) циклов наблюдений.

5. Анализ и интерпретация результатов работ на геодинамических полигонах осуществляется специализированными организациями, имеющими лицензию на производство маркшейдерских работ, располагающими сотрудниками, аттестованными в системе экспертизы промышленной безопасности и охраны недр в нефтяной и газовой промышленности и обладающими опытом работ на геодинамических полигонах.

Несмотря на наличие в настоящее время достаточно разработанных методов оценки возможного оседания поверхности земли в районах интенсивной эксплуатации подземных вод, измерения и соответствующие прогнозы, как правило, начинают проводить только после возникновения опасных явлений. При этом забывают, что ликвидация последствий требует значительно больших затрат.

Литература

1. Боровский Б.В., и др. Оценка запасов подземных вод // 2-е изд., Киев: Головное изд-во, 1989г – 407с.
2. Иванов И.П., Тржцинский Ю.Б. Инженерная геодинамика. – СПб.: Наука, 2001 – 416 с.
3. Кузьмин Ю.О. Механизм формирования современной геодинамической активности разломных зон // Материалы Межд. Симпозиума по изуч. СДЗК, – Воронеж, 1988. – С.163 – 165.
4. Сергеев Е.М. Инженерная геология – наука о геологической среде // Инженерная геология, –М., 1979 –№1 – С.3-19.

ВОЗДЕЙСТВИЕ СЕЙСМИЧЕСКИХ СОБЫТИЙ НА ПОДЗЕМНЫЕ ВОДЫ В РЕСПУБЛИКЕ АЛТАЙ

В.Ю. Молоков

Научный руководитель профессор Е.М. Дутова

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Исследование сейсмического воздействия на состояние подземных вод представляет актуальное направление в науках о Земле. Подземные воды являются ценным полезным ископаемым и широко используются в сейсмоактивных районах для хозяйственно-питьевого водоснабжения, в бальнеологии, для теплоснабжения и выработки электроэнергии. Их состояние отражается на здоровье населения. Углубленное изучение реакции подземных вод на сейсмическую активность может дать результат в прогнозировании землетрясений

Как известно землетрясения влияют на уровень подземных вод, что выражается в увеличении, либо понижении их уровня поверхности. Землетрясение может воздействовать на гидродинамический режим двумя способами: 1 – статическим способом за счет изменения напряженного состояния напорных водоносных систем и 2 – динамическим способом за счет изменения напряженно деформированного состояния насыщенных водой горных пород при прохождении сейсмических волн.

В результате этих воздействий могут формироваться косейсмические и постсейсмические вариации режима подземных вод.

Косейсмические вариации проявляются в изменениях гидрогеодинамических параметров непосредственно в момент образования и разрыва волн.

Эти вариации наиболее интенсивно проявляются после момента землетрясения и обусловлены, в основном, динамическим воздействием сейсмических волн на водоносные системы. В их формировании важную роль играют вариации проницаемости насыщенных пород [1].

В пределах Чуйской сейсмоактивной зоны 27 сентября 2003г. произошло землетрясение магнитудой 7,5, получившее название в научной публицистике Чуйское (по другим источникам – Алтайское). По мнению ученых СО РАН, эпицентр главного толчка приурочен к разлому, являющемуся границей между Чаган-Узунским (Сукорским) блоком и Северо-Чуйским хребтом, на юго-западной границе блока. Сейсмические события первого дня происходили по периметру Чаган-Узунского блока, в последующие дни распространение афтершоков наблюдалось в сторону от него, по линейному разлому по юго-западным границам Чуйской и Курайской впадин

[2]. Наиболее разрушительные сейсмодислокации поверхности, согласно картированию спутниковыми приемниками средней точности, находятся в пределах линейной зоны на участке ее сопряжения с Чарышко-Теректинским разломом. Фрагменты этой зоны визуально фиксируются разнообразными катастрофическими деформациями поверхности, трассируя тектоническую зону с азимутом простирания 120° - 300° протяженностью более 20 км [3,4]. Тектонический разлом (аз. 120° - 300°), трассирующийся сейсмодислокациями на поверхности, является оперяющей структурой Чарышко-Теректинского разлома и достаточно уверенно выделяется по геофизическим данным.

На протяжении всего периода после Чуйского землетрясения (2004-2010 гг.) территория Юго-Восточного Алтая испытывает афтершоки, интенсивность которых со временем уменьшается. По мнению академика Гольдина С.В., афтершоковый процесс на Алтае при таком классе землетрясений может длиться годы и даже более десятилетия [2]. За период 2004-2007гг. афтершоковый процесс развивался согласно закону повторяемости землетрясений, но с дефицитом крупных афтершоковых событий (табл.). По мнению сейсмологов данный факт свидетельствует о возможности в ближайшем будущем землетрясений среднего энергетического класса (магнитудой 5-6 баллов) [5].

Таблица

Сейсмическая активность территории Республики Алтай в форишоковый и афтершоковый периоды Чуйского землетрясения

Год	Республика Алтай				
	Число событий с магнитудой				
	всего	менее 3	3,0-3,9	4,0-4,9	более 5
2001	10	4	6	–	–
2002	9	7	2	–	–
2003	287	62	169	42	14
2004	136	14	108	14	–
2005	20	7	9	4	–
2006	14	7	7	–	–
2007	15	4	10	1	–
2008	12	7	3	2	–
2009	16	7	9	–	–
2010	1	1	–	–	–

В период основного толчка с 10 по 12 месяцы наблюдается повышенный уровень подземных вод, что не характерно для этого времени на данной скважине (рис. 1).

Корреляционным анализом установлены значимые положительные коэффициенты корреляции между уровнем вод и малоамплитудными сейсмическими событиями.



Рис. 1. Гидродинамический режим подземных вод и связь его с режимом увлажнения и сейсмическими событиями на водозаборной скважине в с. Октябрьское.

*график построен по данным ТЦ «Алтайгеомониторинг»

Известно, что природные гидрогеохимические аномалии обусловлены геолого-структурными условиями района, литогеохимической специализацией горных пород, их литолого-минералогическими и физико-химическими особенностями. Важным фактором в возникновении новых гидрогеохимических аномалий является сейсмический, который может оказывать заметное воздействие на изменение химического состава подземных вод [6, 7].

Гидрогеохимические показатели подземных вод, как известно, являются индикаторами сейсмических событий и достаточно четко фиксируют форшоковый и афтершоковый периоды [6,7,8].

Так по данным ТЦ «Алтайгеомониторинг», на скважине С24/91 в с.Мараловодка было зафиксировано изменение концентрации сульфатов под воздействием сейсмических событий (рис. 2).

Сейсмические события также влияют на концентрации в подземных водах такого важного биогенного элемента как фтор. В период Алтайского землетрясения на водозаборной скважине С24/91 в с.Мараловодка республики Алтай наблюдается падение концентраций фтора (рис. 3)



Рис. 2 Динамика концентраций сульфатов и связь ее с сейсмическими событиями на водозаборной скважине С24/91, в с. Мараловодка

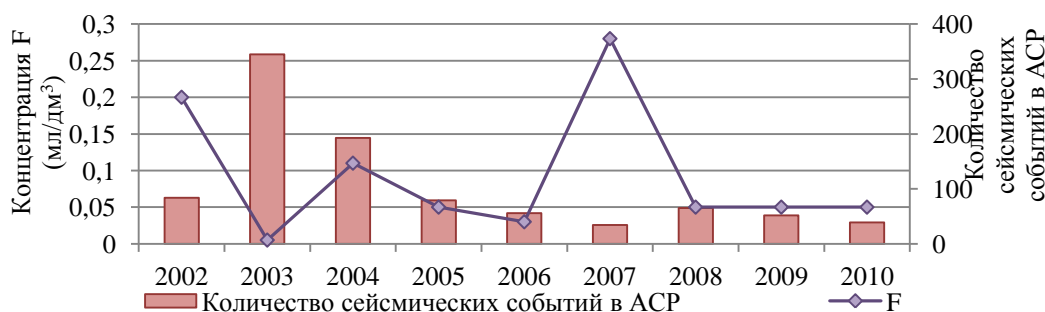


Рис. 3 Динамика концентраций фтора в подземных вода Уймонского артезианского бассейна в период 2002-2010 гг.

Литература

1. Копылова, Г.Н. Отклик режимного источника на землетрясение как индикатор состояния его подземной водоносной системы. // Вулканология и сейсмология [Текст] / Г. Н. Копылова, П. В. Воропаев, 2005. — № 2.
2. Еманов, А.Ф. Чуйское землетрясение и динамика сейсмической активизации эпицентральной области [Текст] // Алтайское (Чуйское) землетрясение: прогнозы, характеристики, последствия: Материалы научно-практической конференции / А.Ф. Еманов, С.В. Селезнев, С.В. Гольдин [и др.]. — Горно-Алтайск. ГАГУ, 2004.
3. Геодаков, А.Р. Материалы предварительного изучения сильного землетрясения 2003 года на Горном Алтае [Текст]: Электронный научно-информационный журнал «Вестник отделения наук о Земле РАН» / А.Р. Геодаков, А.Н.Овсюченко, С.Г. Платонова, Е.А. Рогожин, 2003. — № 1 (21).
4. Гольдин, С.В. Чуйское землетрясение 2003г. [Текст]: Электронный научно-информационный журнал «Вестник отделения наук о Земле РАН» / С.В. Гольдин, В.С. Селезнев, А.Ф. Еманов [и др.], 2003. — № 1 (21).
5. Еманов, А. Ф., Чуйское землетрясение и его афтершоковый процесс в структуре сейсмичности Алтае-Саянской горной области [Текст]: В сб. «Сейсмостойкое строительство. Безопасность сооружений». Материалы VI Российской национальной конференции по сейсмостойкому строительству и сейсмическому районированию / А.Ф.Еманов, А.А.Еманов, А.Г. Филина [и др.]. — Сочи, 2005.
6. Киссин И.Г. Землетрясение и подземные воды. — М. Наука, 1982. — 174 с.
7. Пронин А.П. Качество подземных вод артезианских бассейнов в результате воздействия атмосферных осадков и геологических процессов // Геология и охрана недр. — Москва, 1997. — № 1— С.100-105.
8. Основы гидрогеологии. Геологическая деятельность в истории воды в земных недрах. — Новосибирск. Наука, 1982. — 236 с.

УСЛОВИЯ ФОРМИРОВАНИЯ ПОДЗЕМНЫХ ВОД АМУРСКОЙ ОБЛАСТИ**М.Е. Пешков**

Научный руководитель доцент Н.В. Трутнева

Амурский государственный университет, г. Благовещенск, Россия

Вопрос изучения подземных вод Амурской области, как и других регионов Дальнего Востока, является достаточно актуальным в настоящее время. Этому во многом способствует интенсивное развитие горно-добывающего комплекса, необходимость решения вопросов водоснабжения населенных пунктов и водоотведения излишних вод с горных выработок, а также проведения экологического мониторинга.

Амурская область располагается в зоне сочленения Байкало-Алданской и Амуро-Охотской систем бассейнов, что определяет весьма разнообразные гидрогеологические условия, осложняемые наличием многолетней мерзлоты сплошного, массивно-островного, островного и очагового распространения.

Байкало-Алданская система включает в себя часть Станово-Алданского сложного бассейна, в состав которого входят Становой и Верхнезейский бассейны II порядка. Подземные воды Станового бассейна локализируются в зонах трещиноватости разновозрастных эффузивных и интрузивных образований, перекрытых криогенно-таликовым комплексом покровных четвертичных отложений. Подземный сток дифференцируется между частными бассейнами, ограниченными водоразделами.

Верхнезейский артезианский бассейн межгорного типа расположен в зоне распространения островной многолетней мерзлоты, мощностью 50-100 м [1]. Продуктивными водоносными подразделениями здесь являются плиоцен-нижнечетвертичные отложения, включающие водоносный комплекс, приуроченный к таликовым зонам и не промороженному аллювию, расположенному в непосредственной близости от Зейского водохранилища. Оligоцен-миоценовый водоносный комплекс распространен, в основном, ниже многолетней мерзлоты.

Амуро-Охотская система бассейнов подземных вод представлена Амуро-Охотским сложным бассейном I порядка, который включает в себя Уруша-Ольдойский, Урканский, Верхнеамурский, Амуро-Зейский, Мамыно-Хинганский бассейны II порядка. Доминирующей структурой II порядка Амуро-Охотского сложного бассейна в пределах области является Амуро-Зейский артезианский бассейн, занимающий частично центральную и почти всю южную часть.

От Байкало-Алданской системы Амуро-Зейский артезианский бассейн отделяет полоса гидрогеологических структур Амуро-Охотской складчатой системы. Среди них по условиям формирования ресурсов подземных вод можно выделить [1,2]:

гидрогеологические, преимущественно криогенные, структуры (за исключением южной части Амурской области);

массивы, адмассивы, вулканогенные и адартезианские бассейны, в пределах которых развиты трещинные коллекторы (частные бассейны);

крупный Амуро-Зейский артезианский бассейн платформенного типа, сформированный поровыми коллекторами подземных вод.

Подземные воды Амуро-Охотского сложного бассейна, локализованные в водоносных зонах трещиноватости, распределяются по площади весьма неравномерно. При этом особенности их формирования, а, следовательно, и условия вовлечения в эксплуатацию аналогичны тем, которые характерны для Станово-Алданского сложного бассейна.

В пределах Амуро-Зейского артезианского бассейна целевое значение в водохозяйственной и горнодобывающей сферах имеют подземные воды следующих гидрогеологических стратонов: современного, верхнечетвертичного, среднечетвертичного, неоген-нижнечетвертичного, палеоген-неогенового и верхнемелового [1].

Закономерные изменения физических свойств, состава и количества подземных вод, проявляющиеся в изменениях их уровня и качества, происходят под влиянием различных по генезису природных условий и режимообразующих факторов – это орогидрография, почвы, геологическое строение, литология, наличие мерзлоты.

Интенсивно расчлененный рельеф с большими уклонами поверхности способствует увеличению подземного стока по сравнению с равнинными пространствами, в пределах которых сосредотачиваются основные запасы подземных вод.

Характер рельефа оказывает большое влияние и на степень минерализации подземных вод. В горной части, где формируются трещинные подземные воды, они имеют исключительно низкую минерализацию (до 0,05 г/л). Пройдя значительный путь, от областей питания до областей разгрузки и взаимодействуя при этом с горными породами, подземные воды обогащаются солями и на площадях их максимального накопления (в артезианских бассейнах) сухой остаток достигает 0,2 – 0,3 г/л.

Преобладание на большей части территории подзолистых, глинистых и болотных почв обуславливает слабые фильтрационные способности зоны аэрации и ограничивает проникновение атмосферных осадков вглубь.

Гидрогеологические условия тесно связаны с геологическим строением территорий, которое во многом определяет характер режима подземных вод. Значительную часть области занимают гидрогеологические массивы, где водоносная зона трещиноватости приурочена к геосинклинальным сложноскладчатым терригенным породам, интрузивным и метаморфическим образованиям. В основном водоносность этой зоны и режим подземных вод определяет развитие многолетнемерзлых пород [1,2].

В межгорных артезианских бассейнах режим грунтовых вод тесно связан с климатическими условиями, в то время как на режим артезианских вод значительное влияние оказывают особенности залегания водовмещающих пород.

Условия питания подземных вод определяются совокупным воздействием на них атмосферных осадков, испарения и температуры воздуха. Существенную роль в пополнении подземных вод играет широко развитая в пределах области гидрографическая сеть. Такие крупные и полноводные реки как Амур, Зeya, Бурей и Селемджа во время летних паводков и высокого половодья являются дополнительными источниками питания подземных вод.

Разгрузка подземных вод в пределах гидрогеологических складчатых областей происходит по зонам тектонических нарушений, которые трассируются речным стоком летом и наледями в зимний период. В артезианских бассейнах подземный поток разгружается в речную сеть.

I – Гидрогеологическая провинция грунтовых вод территории сплошного развития многолетнемерзлых пород.

II – Гидрогеологическая провинция грунтовых вод территории прерывистого и массивно-островного развития многолетнемерзлых пород.

III – Гидрогеологическая провинция грунтовых вод территории островного развития многолетнемерзлых пород.

IV – Гидрогеологическая провинция устойчивого сезонного промерзания зоны аэрации.

Применительно (классификация Коноплянцева А.А.) к местным геокриологическим условиям, отличающимся характером и сроком возможного инфильтрационного питания грунтовых вод, а следовательно и условиями формирования их режима в пределах области можно выделить четыре провинции:

Единицей районирования для изучения режима артезианских вод являются артезианские бассейны. По геоструктурным особенностям [1,2] на территории Амурской области выделяются артезианские, адартезианские и вулканогенные бассейны.

Литература

1. Кулаков В.В., Деркачева Т.А. Гидрогеологическое районирование территории Хабаровского края и Амурской области. – Хабаровск, 1984. – 196 с.
2. Трутнева Н.В., Каменских Т.Д. Программа мониторинга подземных вод (программа развития наблюдательной сети по изучению режима, баланса и ресурсов подземных вод) на территории Амурской области. – Свободный, 1995. – 151с.

ПРИМЕНЕНИЕ АКВАТОРИАЛЬНЫХ ГЕОФИЗИЧЕСКИХ МЕТОДОВ ПРИ ПОИСКОВО-РАЗВЕДОЧНЫХ РАБОТАХ ДЛЯ ХОЗЯЙСТВЕННО-ПИТЬЕВОГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ БОГУЧАНСКОГО ПРОМЫШЛЕННОГО УЗЛА

М.Н. Пинкевич

Научный руководитель доцент Ю.Б. Дворецкая
Сибирский федеральный университет, г. Красноярск, Россия

Исходным материалом для данной работы послужили данные, собранные автором во время прохождения первой производственной практики с 20.06-06.08.2011г. в МУП ЭМР «ТЦ «Эвенкиягеомониторинг».

В пределах Богучанского промышленного узла (Нижнее Приангарье, Красноярский край) проводились поиски подземных вод для хозяйственно-питьевого водоснабжения, заключающиеся в выявлении и обосновании участков (месторождений) подземных вод, перспективных для строительства водозаборов хозяйственно-питьевого водоснабжения в окрестностях базовых поселков Богучаны и Таёжный.

При поисково-разведочных работах на подземные воды геофизические исследования являются неотъемлемой частью общего комплекса методов [1]. Одной из основных задач, стоящей перед геофизическими исследованиями, являлось выделение участков подводной, или субаквальной разгрузки по рекам Ангаре, Карабуле и Джигалея. Эта задача была решена применением комплекса акваториальных геофизических исследований [2,3].

Акваториальные геофизические исследования комплексом термометрии и резистивиметрии выполнялись с шагом 50 м. На каждой точке измерялись температура дна, температура и удельное электросопротивление (УЭС) воды. Измерения производились термозондом с термистором фирмы Device и четырехэлектродным резистивиметром (изготовитель комплекта – «ГИДЭК–Тензор»).

При интерпретации акваториальных геофизических исследований следует учитывать, что в летнее время температура подземных вод в районе исследований составляет около 5°C, что заметно ниже температуры поверхностных вод (12–15°C). Поэтому вполне надежным критерием выделения зон субаквальной разгрузки является отрицательная аномалия температуры придонных отложений, через которые и происходит разгрузка подземных вод.

При существенной разнице по содержанию водорастворимых солей в подземных и поверхностных водах интенсивная разгрузка (по отношению к расходу реки) фиксируется изменениями УЭС воды. По данным резистивиметрии в скважинах, УЭС подземных вод составляет 18-25 Ом·м. В то же время максимальные значения УЭС для поверхностных вод составляют около 40 Ом·м. Таким образом, участки интенсивной

субаквальной разгрузки будут фиксироваться по относительному уменьшению УЭС воды. Пример результатов акваториальной геофизики приведен на рисунке.

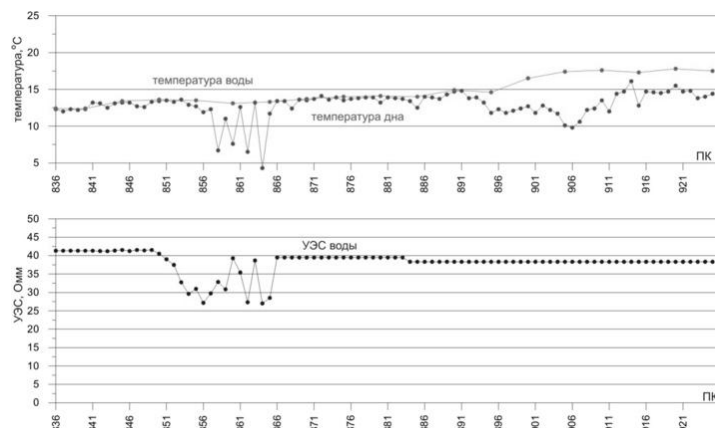


Рис. Результаты акваториальных геофизических работ по р. Ангара

По анализу полученных материалов были выработаны следующие критерии выделения участков субаквальной разгрузки:

1) Заметные изменения температуры придонного слоя осадков и отсутствие заметных изменений УЭС воды. Эта ситуация типична для относительно слабоинтенсивной субаквальной разгрузки.

2) Заметные изменения температуры придонного слоя осадков и заметные изменения УЭС воды. Эта ситуация типична для относительно интенсивной субаквальной разгрузки.

3) Низкие температуры придонного слоя по всему профилю при относительно низких значениях УЭС воды, близких к УЭС подземных вод. В этом случае сток реки сформирован преимущественно подземными водами [4, 5].

По данным акваториальных исследований на участке Богучаны по р. Ангара происходит, в основном, субаквальная слабоинтенсивная разгрузка, и лишь местами относительно интенсивная.

Интенсивная субаквальная разгрузка зафиксирована на участке Таежный. Сток рек Карабула и Джигалея сформирован преимущественно подземными водами.

С учетом полученных данных главным специалистом гидрогеологом А.М. Просековым и инженером-геофизиком Л.С. Богомоловой «ГИДЕК» была построена уточненная гидрогеологическая схема, положенная в основу создания геофильтрационной модели, использованной при оценке эксплуатационных запасов подземных вод.

Литература

1. Методы геофизики в гидрогеологии и инженерной геологии. – М.: Недра, 1985. – 109 с.
2. Методические рекомендации по применению акваториальных геофизических методов при решении гидрогеологических задач. – М.: ГИДЭК, Мингео, 2002. – 63 с.
3. Плотников Н.И. Поиски и разведка пресных подземных вод. М.: Недра, 1985. – 370 с.
4. Николайчук С.А. Поиски и оценка участка Карабульского месторождения пресных подземных вод для хозяйственно-питьевого водоснабжения жилого микрорайона строителей Богучанского алюминиевого завода в п. Таежный. – Красноярск, 2007.
5. Николайчук С.А. Просеков А.М. Поиски подземных вод для обеспечения хозяйственно-питьевого водоснабжения Богучанского промузла Красноярского края. – Красноярск, 2009.

ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ ЮЖНОЙ ЧАСТИ Г. ТОМСКА В СВЯЗИ С РАСШИРЕНИЕМ ЗОНЫ ЗАСТРОЙКИ ГОРОДА

И.С. Пономарева

Научный руководитель доцент П.П. Ипатов

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Решением Томской областной Думы предусмотрено расширение г. Томска. Одним из направлений расширения является южное, в сторону пос. Зональный и строительства на этой территории высотных жилых зданий [1].

В настоящее время высокие темпы и огромные масштабы промышленного и городского строительства приводят к коренным преобразованиям природных условий. На застраиваемых территориях возникают инженерно-геологические и гидрогеологические процессы: подтопление грунтовыми водами, оползни, просадка и набухание грунтов, эрозия и др. Они резко ухудшают нормальные условия строительства и эксплуатации, а в отдельных случаях существует угроза возникновения деформаций зданий и сооружений.

Геоморфологическая характеристика южной части г. Томска. В геоморфологическом отношении район приурочен к поверхности третьей надпойменной террасы р. Томи с абсолютными отметками 141,1 – 146,6м. Рельеф террасы представляет собой слабонаклонную плитообразную водораздельную равнину.

Геолого-литологическая характеристика. В основании разреза залегают породы нижнекаменноугольной системы, представленные песчаниками и грубыми алевритами. Породы трещиноватые. Трещины выполнены кварцем и кальцитом.

Из отложений палеогеновой системы в районе города развиты в основном породы олигоцена, относимые к новомихайловской свите. Свита сложена алевритами, алевритовыми глинами континентального генезиса. Мощность отложений до 30 м.

Отложения четвертичной системы на территории района повсеместно распространены в составе кочковской свиты, занимающая водораздельные пространства.

Подшоша этой свиты располагается на отметке +130 м и поднимается до отметок +200÷230м. Представлена толщей плотных глин, реже тяжелых суглинков, бурых зеленоватых и голубовато-серых оттенков; иногда встречаются прослои и линзы серых мелкозернистых, полевкошпатово-кварцевых песков мощностью 2 – 12м, часто переходящих в серые и коричневато-серые алевриты.

Перекрыта кочковская свита озерно-аллювиальными средне- и верхнечетвертичными отложениями Томь-Яйского водораздела. Представлены отложения суглинками, супесями коричневатого, желтовато-бурого, желтовато-серого цвета, местами карбонатные. Мощность отложений изменяется от 1 до 4 – 6м.

Современные отложения исследуемого района представлены техногенными насыщенными грунтами, состоящими из гравия, битого кирпича, строительного мусора в смеси с суглинком тугопластичным.

Гидрогеологические условия. В южной части города встречается верховодка висячего типа, она залегает в виде линз под отдельными западинами и другими отрицательными формами микрорельефа и имеет очень ограниченное распространение. Установлен один горизонт грунтовых вод на глубине 10 и более метров. Водовмещающими грунтами являются текучие супеси и суглинки. Грунты водоносного горизонта характеризуются хорошей водоотдачей. Грунтовые воды безнапорные. Питание происходит за счет инфильтрации поверхностных вод и атмосферных осадков, а также за счет утечек из водонесущих коммуникаций.

В настоящее время высокие темпы и огромные масштабы городского строительства приводят к коренным преобразованиям природных условий. В данном районе гидрогеологические условия подвергаются наиболее заметной эволюции: формируется искусственный режим грунтовых вод и происходит подтопление территорий, зданий и сооружений [2].

Для определения степени подтопления исследуемой территории необходимо разобраться в особенностях условий дренирования подземных вод. Так как для подземных вод данного района характерно преимущественно местное питание (инфильтрация поверхностных вод и атмосферные осадки), то условия разгрузки резко отличаются по разрезу. Сочетание высоких гипсометрических отметок с развитой гидрографической сетью и особенностью литологического состава, представленного преимущественно супесчаными разностями пород, создают весьма благоприятные условия для оттока подземных вод и не способствуют значительному их подъему. Условия дренирования подземных вод резко ухудшаются в приповерхностной части разреза, где определяющим фактором выступает взаимоотношение фильтрационных параметров отдельных прослоев горных пород, которое во многих случаях благоприятствует развитию горизонтов верховодки на высоких гипсометрических уровнях под влиянием дополнительного техногенного питания.

Источниками такого питания могут послужить отсутствие контроля как за утечками воды, так и за эффективностью работ дренажных сооружений, нарушение сроков ремонта подземных коммуникаций, засорение канализационной системы, неисправность ливневой системы и др.

Повышение влажности грунтов в результате накопления влаги в зоне аэрации приводит к падению прочности грунтов.

Изменение физического состояния грунтов при обводнении, прежде всего, выражается в повышении их влажности, плотности и показателя консистенции. Изменение механических свойств грунтов заключается в уменьшении величины модуля общей деформации и параметров сопротивления сдвигу, снижается в целом несущая способность грунтов оснований.

Литература

1. Рождественская Л. А., Крепша М. В., Покровский Д. С. Инженерно-геологические условия территории г. Томска и их изменения в связи с хозяйственным освоением. – Томск, 1981. – 286с.
2. Томские новости. – Томск, Вып.№7(411).- 2008.

СВЯЗЬ МЕЖДУ ПРЕДЕЛОМ ТЕКУЧЕСТИ И ГРАНУЛОМЕТРИЧЕСКИМ СОСТАВОМ ГЛИНИСТЫХ ГРУНТОВ ПРАВОБЕРЕЖЬЯ Р. ТОМИ

Д.В. Пургина

Научный руководитель доцент Л.А. Строкова.

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г.Томск, Россия

Оценка взаимосвязи между пределами пластичности и гранулометрическим составом проводилась на площадке, расположенной на территории Томской области Российской Федерации, на второй надпойменной

террасе р. Томи, в 20-25 км от впадения ее в реку Обь. Рельеф поверхности слабоволнистый, нарушен понижениями, занятыми болотами. Абсолютные отметки поверхности увеличиваются с юго-запада на северо-восток от 82,6 м до 92,7 м.

В геологическом строении территории принимают участие отложения платформенного чехла Западно-Сибирской плиты и породы складчатого доюрского фундамента. Стратифицированные палеозойские образования района представлены нижнекембрийскими и девонскими вулканогенно-осадочными породами северного продолжения Кузнецкого Алатау, осадочными и вулканогенно-осадочными девонскими и каменноугольными отложениями Колывань-Томской складчатой зоны. В северном и западном направлениях палеозой быстро погружается под мезо-кайнозойские отложения платформенного чехла Западно-Сибирской плиты, сложенного осадками меловой, палеогеновой, неогеновой и четвертичной систем. Мощность рыхлого комплекса увеличивается на север (от 20 до 600 м и более) как за счет появления новых свит, так и за счет увеличения их мощностей.

Скважинами вскрыты породы следующих стратиграфо-генетических комплексов: среднечетвертичные аллювиальные отложения второй надпойменной террасы (a^2Q_{III}); среднечетвертичные аллювиально-озерные пород сузгунской свиты ($al Q_{IIsz}$); среднечетвертичные аллювиальные породы тобольской свиты ($a Q_{IIfb}$); комплекс аллювиально-озерных палеогеновых отложений лагернотомской свиты ($al P_{3II}$).

Пластичностью грунтов называется способность их изменять свою форму (деформироваться) без разрыва сплошности в результате внешнего воздействия и сохранять полученную при деформации новую форму после того, как внешнее воздействие прекращается.

Пластичные свойства грунтов тесно связаны с влажностью и изменяются в зависимости от количества и качества находящейся в грунте воды. Переход глинистой породы из одной формы консистенции в другую совершается при определенных значениях влажности, которые получили название характерных влажностей или пределов. Пределы пластичности и число пластичности широко используются при классификации глинистых грунтов, определении расчетных сопротивлений грунтов и приблизительной оценке устойчивости грунтов в котлованах, выемках и т. д.

Необходимо подчеркнуть, что пределы и число пластичности характеризуют не грунт в целом, а слагающие его частицы, главным образом глинистые, косвенно указывая на их минералогический состав, степень дисперсности, форму, концентрацию порового раствора и т. д.

Наибольший интерес для исследований имеют глинистые грунты, которые служат основанием зданий и сооружений. Гранулометрический состав суглинков характеризуется высоким содержанием пылеватых частиц (66-72%), меньшим содержанием глинистых (16-30%) и еще меньшим песчаных частиц (15-17%). Минералогический состав грунта для фракции 0,25-0,05 мм представлен кварцем, полевым шпатом, небольшим количеством зерен эпидота, роговой обманки, апатита; для глинистых фракций характерна гидрослюда, гидрослюдисто-монтмориллонитовые образования, в качестве примесей - каолинит и монтмориллонит.

Для того, чтобы увидеть связь между гранулометрическим составом и пределом текучести были проведены лабораторные исследования (грансостав грунтов определялся ареометрическим методом, предел текучести – балансирным конусом Васильева), построены графики зависимостей предела текучести от содержания пылеватых и глинистых частиц; предела текучести от числа пластичности. Полученные данные приведены в таблице.

Таблица

Стратиграфо-генетические комплексы	Литологическая разность	Зависимость от содержания фракции, d, мм	Уравнение регрессии	Достоверность
Среднечетвертичные аллювиальные отложения второй надпойменной террасы (a^2Q_{III}).	Суглинок	0,05-0,005 <0,005	$y = 11,715\ln(x) - 32,976$ $y = -0,339\ln(x) + 3,8724$	$R^2=0,1442$ $R^2 = 0,0013$
	Супесь	0,05-0,005 <0,005	$y = 9,8119\ln(x) - 24,565$ $y = 2,7317\ln(x) - 5,897$	$R^2 = 0,5532$ $R^2 = 0,068$
Среднечетвертичные аллювиально-озерные породы сузгунской свиты ($al Q_{IIsz}$).	Глина	0,05-0,005 <0,005	$y = -2,557\ln(x) + 17,427$ $y = -14,53\ln(x) + 60,523$	$R^2 = 0,0346$ $R^2 = 0,9045$
	Суглинок	0,05-0,005 <0,005	$y = 4,7596\ln(x) - 8,7114$ $y = -0,388\ln(x) + 4,7953$	$R^2 = 0,06$ $R^2 = 0,0013$
	Супесь	0,05-0,005 <0,005	$y = 4,3293\ln(x) - 8,1886$ $y = 3,4902\ln(x) - 8,6595$	$R^2 = 0,0737$ $R^2 = 0,0717$
Среднечетвертичные аллювиальные породы тобольской свиты ($a Q_{IIfb}$).	Суглинок	0,05-0,005 <0,005	$y = 10,985\ln(x) - 31,709$ $y = -1,392\ln(x) + 6,8146$	$R^2 = 0,2555$ $R^2 = 0,022$

Математическая аппроксимация кривых выполнялась на основе статистического обобщения результатов лабораторных испытаний глинистых грунтов. Все уравнения описывались логарифмической зависимостью с коэффициентом детерминации R^2 от 0,1 до 0,9. По результатам исследований установлена тесная связь между пределом текучести и содержанием глинистой фракции для глин сузгунской толщи $R^2 = 0,9$,

менее тесная связь наблюдается между пределом текучести и содержанием пылеватой фракции для супесей второй надпойменной террасы. ($R^2 = 0,6$).

Таким образом, выявлены особенности свойств дисперсных грунтов, впервые приводятся корреляционные зависимости между пределом текучести и характеристиками гранулометрического состава для пылегато-глинистых грунтов площадки размещения Северной АЭС.

Литература

1. Сергеев Е.М. Инженерная геология. – М., Изд-во МГУ, 2011. – 484 с.
2. Лабораторные работы по грунтоведению: Учеб. пособие / В.А.Королев, Е.Н.Самарин, С.К.Николаева и др./Под ред. В.Т.Трофимова и В.А.Королева. – М., Высшая школа., 2008. – 519 с.
3. Грунтоведение: учебник/ Трофимов В.Т., Королев В.А., Вознесенский Е.А., Голодковская Г.А., Васильчук Ю.К., Зиангиров Р.С. / Под ред. Трофимова В.Т. – М.: Изд-во МГУ, 2005. – 1024с.
4. Методы и качество лабораторного изучения грунтов: Учебное пособие / Дмитриев В.В., Ярғ Л.А. – М.: КДУ, 2008. –542с.

УЧЕТ ФАЗОВЫХ ПЕРЕХОДОВ «ЛЕД-ВОДА-ПАР» ПРИ МАТЕМАТИЧЕСКОМ МОДЕЛИРОВАНИИ ТЕПЛОВОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ ФАКЕЛЬНЫХ УСТАНОВОК АВАРИЙНОГО СЖИГАНИЯ ГАЗА НА МНОГОЛЕТНЕМЕРЗЛЫЕ ГРУНТЫ ОСНОВАНИЯ

А.И. Ракова

Научные руководители профессор Л.А. Ярғ, доцент Н.Б. Кутвицкая
*Российский государственный геологоразведочный университет им. Серго Орджоникидзе,
г. Москва, Россия*

Преобладающая часть месторождений нефти и газа России находится на территории распространения многолетнемерзлых пород (ММП) – криолитозоны, площадь которой составляет более 65% площади всей страны. В последние годы идет активное освоение этих районов, в частности полуострова Ямал.

При проектировании и строительстве объектов нефтегазового комплекса на данной территории необходимо выяснение ряда вопросов связанных со сложными инженерно-геологическими условиями, с особенностями проектирования инженерных сооружений, а также с прогнозом функционирования природно-технических систем (ПТС).

Прогноз функционирования ПТС в условиях распространения ММП в настоящее время очень актуален, так как на его основе можно принять ряд необходимых управляющих технических решений и тем самым поддерживать нормальное функционирование ПТС.

Проблема прогнозирования изменения состояния ПТС во времени с учетом множества факторов решается путем создания обширной сети мониторинга и использования программ математического моделирования.

На основании расчетов программ моделирования можно дать прогноз функционирования различных видов сооружений.

Особое место среди сооружений, расположенных на многолетнемерзлых грунтах занимают установки аварийного сжигания газа.

Поэтому актуальным является решение вопроса прогнозирования взаимодействия системы «факельная установка – многолетнемерзлые грунты» и разработка технических решений, направленных на сохранение несущей способности оснований факела и окружающих сооружений.

При горении горизонтальной факельной установки на поверхности грунта формируются высокие температуры (значительно выше 100 °С), в связи с этим в грунтах происходят процессы оттаивания и парообразования.

Поэтому при использовании методов математического моделирования необходимо учитывать фазовые переходы «лед-вода» и «вода-пар», а также изменение влажности грунта при парообразовании.

Учет фазовых переходов «лед-вода-пар» и изменения при этом влажности грунтов существенно влияют на температурный режим грунтов основания, а также глубину оттаивания.

Это играет большую роль для выбора технических решений снижающих тепловое воздействие факельных установок на многолетнемерзлые грунты основания.

В целях уменьшения теплового влияния излучения от горящего факела могут быть рассмотрены следующие технические решения, обеспечивающие сохранение несущей способности свайного основания факела на весь период эксплуатации.

Во-первых, это конструктивные мероприятия, уменьшающие поток излучения от факела к поверхности грунтов. К таким мероприятиям можно отнести светоотражающие экраны, устанавливаемые вблизи факела и (или) фундаментов. Экраны позволяют уменьшить влияние излучения на локальных участках поверхности, что, помимо уменьшения тепловых потоков в грунты, необходимо для функционирования различных типов сезоннодействующих охлаждающих устройств (например, термостабилизаторов).

Во-вторых, это применение теплоизолирующих элементов, закладываемых в грунтовые основания для уменьшения глубин оттаивания в зоне влияния факела.

Если конструктивные мероприятия первой группы требуют значительных затрат и их эффективность может снижаться в процессе эксплуатации (из-за загрязнения отражающих поверхностей), то ТЗЭ легки в эксплуатации, их теплозащитные свойства практически не снижаются.

Последнее относится к современным экструдированным пенополистирольным материалам, которые обладают низкой теплопроводностью, высокой прочностью и низкой степенью водонасыщения, что делает их эффективными для использования именно в грунтовых основаниях.

Однако применение этих материалов ограничено температурным диапазоном – максимально допустимая температура составляет не более 60...80°C. При более высоких температурах, которые формируются в основании горящего факела традиционные материалы, такие как керамзитовый гравий, не применимы из-за недолговечности их работы в условиях переменной влажности и температуры.

Наиболее эффективными в условиях высоких температур являются различные материалы с использованием, например, пеностекла.

Литература

1. Бондарик Г.К., Пендин В.В., Ярг Л.А. Инженерная геодинамика: учебник – М.: КДУ, 2007. – 440 с.
2. Кутвицкая Н.Б., Горбунова О.В., Кауркин В.Д., Рязанов А.В. Стабилизация положения трубопровода подземной прокладки в многолетнемерзлых грунтах // Основания, фундаменты и механика грунтов. – М., 2011. – № 5. – С. 31-34.

СПЕЦИФИЧЕСКИЕ ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ ТЕРРИТОРИИ ПРОЕКТИРУЕМОГО СТРОИТЕЛЬСТВА КАМЧАТСКОЙ КРАЕВОЙ БОЛЬНИЦЫ (Г.ПЕТРОПАВЛОВСК-КАМЧАТСКИЙ)

А.И. Ревин

Научный руководитель доцент Ю.М Зинюков

Воронежский государственный университет, г. Воронеж, Россия

Площадка строительства камчатской краевой больницы находится в 1,6 км севернее г. Петропавловск-Камчатский на территории Елизовского района Камчатского края в 0,2 км западнее федеральной автодороги «морпорт «Петропавловск-Камчатский» – аэропорт «Елизово»». Протяженность участка с севера на юг около 0,9 км, ширина 0,4-0,5 км, площадь 0,3 км². По схеме физико-географического районирования севера Дальнего Востока участок изысканий входит в состав складчато-вулканической тундрово-лесной области Восточной Камчатки. Участок находится в центральной части Петропавловской возвышенности. В его пределах преобладает природный вулканогенный пологосклонный (2-10°) увалисто-ложбинный рельеф с абсолютными высотами 217-236 м при относительных превышениях 2-5 м, реже до 12 м. Техногенные формы рельефа и сооружения на территории участка имеют ограниченные размеры (первые метры) и малое площадное распространение. В пределах участка закартированы верхнечетвертичные вулканические (пирокластические) образования ранней фазы авачинского вулканического комплекса (Q³⁻⁴av). В их составе установлены как крупнообломочные породы (щебенистые, дресвяные), так и различные пески, супеси, реже суглинки. Их общая мощность достигает 200-330 м. По данным В. С. Шеймовича участок изысканий расположен в пределах Авачинского неотектонического горста. Он сложен мезозойскими вулканогенными и вулканогенно-осадочными породами никольской толщи (k²nk): туфы среднего и основного состава, туффиты, туфоалевролиты, песчаники, алевролиты, кремнистые сланцы. Поверхность горста интенсивно расчленена и возвышается над днищами смежных грабен на 1,5-1,7 км. В пределах участка и в прилегающих окрестностях скальные грунты до глубины 100 м не установлены. По данным структурно-геоморфологических исследований участок пересекают линейные северо-восточного и субширотного простираний, но активных голоценовых и современных сейсмостектонических образований среди них не выявлено.

Проведенными инженерно-геологическими изысканиями установлено, что верхняя 15-26-метровая толща участка сложена рыхлыми четвертичными отложениями. По инженерно-геологической классификации ГОСТ 25100-95 все они относятся к классу природных дисперсных грунтов. В их составе выделены голоценовые биогенные (b_{IV}), вулканогенно-биогенные (vb_{IV}), аллювиально-делювиальные (ad_{IV}) и верхнечетвертичные вулканогенные (v_{III}) грунты. По данным И.В.Мелекесцева вулканогенные породы образовались из продуктов направленного взрыва палеовулкана Авачинская Сопка, произошедшего 29-33 тысячи лет тому назад. По другим данным вулканогенные образования имеют вулканогенно-оползневой или вулканогенно-ледниковый генезис.

Грунты участка изысканий в зависимости от их генезиса, гранулометрического состава, состояния, физико-механических свойств разделены на 8 инженерно-геологических элементов (ИГЭ).

ИГЭ-1. Почвенно-растительный слой (b_{IV}). Грунты ИГЭ-1 сезонномерзлые; малой, средней степени водонасыщения и насыщенные водой, сильносжимаемые и сильнопучинистые.

ИГЭ-2. Супесь макропористая (vb_{IV}). Супесь сезонномерзлая, пластичная и текучая. Грунт является сильносжимаемым и сильнопучинистым, обладающим высокой пористостью, влажностью и высоким содержанием органического вещества.

ИГЭ-3. Супесь с включениями дресвы и щебня до 25% и супесь дресвяная с включениями 25,0-47,1% (v_{III}). Грунты ИГЭ-3 преобладают в геологическом разрезе.

ИГЭ-4. Супесь с включениями дресвы и щебня до 25% и супесь дресвяная с включениями 28,0-48,0% (v_{III}, ad_{IV}). Грунты с большой влажностью, сильносжимаемые и сильнопучинистые

ИГЭ-4.1. Супесь с включениями дресвы и щебня до 25% и супесь дресвяная с включениями 37,0-48,0% (ad_{IV}). Грунты с большой влажностью, сильносжимаемые и сильнопучинистые.

ИГЭ-5. Дресвяный и щебенистый грунт (v_{III}) с супесью (23-49%) твердой, серой и коричневой.

ИГЭ-6. Песок крупный и дресвяный (v_{III}) с включениями (до 49%) щебня, дресвы и редкими глыбами.

ИГЭ-7. Щебенистый и дресвяный грунты (v_{III}) с песком (7,0-47,7%), пестроцветным с редкими глыбами.

Так как грунты ИГЭ-1 (почвенно-растительный слой), ИГЭ-2 (супесь макропористая), ИГЭ-4 (супесь с включением дресвы и щебня до 25% и супесь дресвяная текучие), ИГЭ-4.1 (супесь с включением дресвы и щебня до 25% и супесь дресвяная пластичные и текучие слабозаторфованные и с примесью органических веществ) относятся к сильносжимаемым и сильнопучинистым, то их не рекомендуется использовать в качестве оснований фундаментов зданий и сооружений. В качестве последних рекомендуется использовать грунты ИГЭ-7 (дресвяный грунт с песком), ИГЭ-6 (песок дресвяный и песок крупный), ИГЭ-5 (дресвяный и щебенистый грунты с супесью), ИГЭ-3 (супесь с включением дресвы и щебня до 25% и супесь дресвяная твердая и пластичная).

На изучаемом участке возможно проявление интенсивных сейсмических и вулканических процессов, морозное пучение, овражная эрозия.

Так как Камчатская краевая больница относится к объектам I (повышенного) уровня ответственности, то сейсмичность всех ее площадок рекомендуется принять равной 10 баллам. Основную вулканическую опасность для участка строительства могут представлять извержения «домашних» вулканов: Авачинская Сопка (2752 м) и Корякская Сопка (3456 м), расположенных в 23 и 27 км северо-восточнее. «Участок» находится в области наименьшей вулканической опасности и рекомендуется для первоочередного освоения. Здесь отсутствует угроза от лавовых, пирокластических, грязевых потоков и палящих туч, но существует умеренная опасность от пеплопадов.

На территории участка может иметь место морозное пучение. Сезонное промерзание сильнопучинистых грунтов участка (ИГЭ-1, ИГЭ-2, ИГЭ-4, ИГЭ-4.1) может привести к деформациям поверхности рельефа, асфальтобетонных и бетонных покрытий, а также зданий и сооружений. Для предупреждения процессов пучения рекомендуется полностью удалять сильнопучинистые грунты из под оснований фундаментов зданий и сооружений.

На юге Камчатки техногенно-обусловленная овражная эрозия в основном развивается в толщах грунтов почвенно-пирокластического покрова (ИГЭ-2) и в насыпных грунтах. При этом заложение эрозионных рытвин и борозд происходит на склонах лишенных почвенно-растительного покрова. Чаще всего эти участки бывают вдоль колеи грунтовых (лесных) дорог, совпадающих с тальвегами ложбин.

Для предупреждения оврагообразования рекомендуется:

предусмотреть лотковую дренажную систему для организационного сброса поверхностных вод с техногенных площадок;

все откосы закрепить с поверхности сетками и восстановить на них сплошной почвенно-растительный слой;

восстановить лесной покров на всех свободных от застройки площадках;

запретить проезд всех видов транспорта по лесным дорогам

Учет всех особенностей инженерно-геологических строения территории проектируемого строительства данного объекта обеспечит нормальные условия его эксплуатации в будущем.

ОЦЕНКА ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ ТЕРРИТОРИИ ПРОЕКТИРУЕМОГО СТРОИТЕЛЬСТВА ПРАВОСЛАВНОГО ХРАМА РОЖДЕСТВА ХРИСТОВА В ПОСЁЛКЕ РОЖДЕСТВЕНСКИЙ ТУЛЬСКОЙ ОБЛАСТИ

С.В. Рудчик

Научный руководитель доцент Ю.М. Зинюков

Воронежский государственный университет, г. Воронеж, Россия

В мировой практике существует достаточное количество храмовых сооружений, испытывающих определённые проблемы при их эксплуатации, которые связаны с деформациями их грунтовых оснований. Классическим примером служит знаменитая Пизанская башня – колокольня Пизанского собора, функционирующая уже в течение нескольких столетий.

В последние годы на территории России отмечается активизация строительства инженерных сооружений религиозного направления (различные храмовые сооружения), имеющие разнообразную инфраструктуру (сооружения разной высоты: храм, колокольня, одноэтажные постройки и т. д.). Данного рода сооружения требуют к себе особого подхода при проведении инженерно-геологических оценок. В свете сказанного, оценка условий строительства Православного храма Рождества Христова в посёлке Рождественский Ленинского района Тульской области является актуальной задачей.

В геоморфологическом отношении площадка проектируемого строительства приурочена к водораздельному склону р. Волоть. Абсолютные отметки поверхности изменяются от 210,2м до 214,0м. Участки работ по сложности инженерно-геологических условий относятся ко II категории сложности. Климат района умеренно-континентальный с теплым летом и умеренно холодной зимой, а в отдельные годы с неустойчивыми температурами в зимний период, что вызывает оттепели и как следствие подъемы уровней грунтовых вод.

Участок строительства относится к нормальной зоне влажности. В геологическом строении участка до разведанной глубины 15,0 м принимают участие: почвенно-растительный слой, суглинки и глины четвертичного возраста.

Слой 1

Почвенно-растительный слой с остатками корневой системы растений.

Мощность слоя 0,3 м.

Слой 2

Суглинок флювиогляциальный бурый, тугопластичный, неяснослоистый, с вкраплениями и пятнами ожелезнения, с редкими прослойками (1-2 мм) песка светло-серого, пылеватого, влажного; в кровле слоя суглинок пылеватый, однородный.

Мощность слоя от 1,9 м до 2,5 м. Абсолютная отметка кровли слоя от 211,0 до 212,9 м.

Слой 3

Глина моренная красновато-бурая с пятнами бурого ожелезнения, песчанистая, неяснослоистая, с гнездами песка мелкого с включениями щебня и дресвы известняка, кремня, ожелезненного песчаника.

Вскрытая мощность слоя от 0,8 м до 12,8 м. Абсолютная отметка кровли слоя от 209,0 м до 211,0 м.

На исследуемом участке вскрыт водоносный горизонт четвертичных отложений. Уровень грунтовых вод установился на глубине от 4,5 до 4,8 м. Водосодержащими грунтами являются глины моренные. Водоупор до глубины 15,0 м не вскрыт. Питание водоносного горизонта происходит за счет инфильтрации атмосферных осадков. Воды безнапорные. По данным химического анализа подземная вода сульфатно-гидрокарбонатная магниевно-кальциевая.

Опасные физико-геологические процессы и явления на площадке строительства не отмечены.

По данным инженерно-геологических изысканий сделаны следующие выводы:

- Район проведения работ находится в нормальной строительно-климатической зоне.

- Участок строительства относится к нормальной зоне влажности.

- На исследуемом участке вскрыт водоносный горизонт четвертичных отложений. Уровень грунтовых вод установился на глубине от 4,5 до 4,8 м. Водосодержащими грунтами являются глины моренные. Водоупор до глубины 15,0 м не вскрыт. Питание водоносного горизонта происходит за счет инфильтрации атмосферных осадков. Воды безнапорные.

- В результате анализа пространственной изменчивости частных показателей физических и физико-механических свойств грунтов с учетом данных о геологическом строении и литологических особенностях, с учетом данных ранее проведенных работ, в сфере воздействия проектируемого фундамента выделены 2 инженерно-геологических элемента (ИГЭ); почвенно-растительный слой (pdQ_{IV}) из-за малой мощности в отдельный ИГЭ не выделен.

- При глубине заложения ленточного фундамента 1,5 м естественным основанием будут служить суглинки флювиогляциальные – тугопластичные, от практически незмокаемых до медленнозмокаемых, ненабухающие, среднепучинистые.

- Опасные физико-геологические процессы и явления на площадке строительства не отмечены.

- Для предохранения грунтов основания от возможных изменений их свойств в процессе строительства сооружений рекомендуется не допускать дополнительного замачивания и промерзания грунтов в котловане.

- По данным коррозионных испытаний установлено: по отношению к углеродистой и низколегированной стали грунты обладают средней коррозионной агрессивностью.

Для защиты подземных сооружений от почвенной коррозии необходимо применять изоляционные покрытия, соответствующие "весьма усиленному" типу.

В связи с вышеизложенным, рекомендуется проводить работы по оценке состояния сооружений храма на предмет выявления возможных осадок отдельных его частей (провалы земной поверхности, трещины в стенах сооружения и др.). При своевременном контроле можно ожидать нормальную эксплуатацию данного сооружения с инженерной точки зрения.

ОСОБЕННОСТИ ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ИЗЫСКАНИЙ В РАЙОНАХ РАЗВИТИЯ КРИОЛИТОЗОНЫ (НА ПРИМЕРЕ Г. НЕРЮНГРИ)

В.В. Сабирова

Научный руководитель доцент В.В. Крамаренко

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Южно-якутский угольный бассейн играет исключительно важную роль в обеспечении энергетической безопасности нашей страны, что обусловлено наличием на его территории крупных угольных месторождений, общие запасы углей которых превышают 57 млрд. тонн. Освоение расположенного в Нерюнгринском районе Эльгинского месторождения, крупнейшего из них, является актуальной задачей не только региона, но и России в целом. Угольное месторождение характеризуется наличием зоны многолетнемерзлых пород, достаточно большой мощности и сложностью строения угольных пластов, представленных несколькими пачками разного

петрографического состава, изменчивостью показателей качества по площади месторождения и по глубине залегания угольных пластов.

Территория криолитозоны занимает практически 70 % территории России. Строительство и эксплуатация промышленных и гражданских сооружений в данных условиях сопряжены со значительной динамикой природно-техногенных криогенных процессов, приводящих к серьезным деформациям инженерных сооружений и, как следствие, к довольно значительному увеличению материальных затрат на обеспечение механической безопасности сооружений в период проектирования и строительства [6]. В сооружениях, возводимых на вечномерзлых грунтах без принятия особых, отличных от обычных условий, мер и методов, возникают совершенно недопустимые деформации, затрудняющие эксплуатацию сооружений и приводящие к их полному разрушению. Мерзлые и вечномерзлые грунты вследствие наличия в них льдоцементных связей при сохранении отрицательной температуры грунтов являются достаточно прочными и устойчивыми природными образованиями. Однако при повышении и понижении их температуры происходят существенные изменения свойств грунтов, что обуславливает нестабильность свойств мерзлых пород; при оттаивании же порового льда структурные льдоцементные связи лавинно разрушаются и возникают значительные деформации, причем сильнольдистые вечномерзлые грунты при пылеватом и глинистом их составе превращаются в разжиженные массы [7]. Поэтому, одной из главных проблем успешного проектирования фундаментов является разработка и промышленное применение новых технических решений по контролю и управлению температурным режимом грунтов оснований, что определяет актуальность данной работы.

Целью работы является исследование особенностей инженерно-геологических изысканий в районе развития криолитозоны на примере проекта инженерно-геологических изысканий на территории угольного месторождения Эльгинское (Якутия).

Основными задачами являются систематизация и анализ материалов изысканий предыдущих лет, а также выбор алгоритма проведения изысканий в данных инженерно-геологических условиях на основе действующих нормативных документов.

Материалом для работы послужили данные, привезенные с летней учебно-производственной практики в ООО «НерюнгриСтройИзыскания», где автор работы принимал непосредственное участие в проведении комплексных инженерных изысканий.

Согласно СНиП 2.02.04 «Основания и фундаменты на вечномерзлых грунтах» при строительстве на таких грунтах в зависимости от конструктивных и технологических особенностей зданий и сооружений, инженерно-геокриологических условий и возможности целенаправленного изменения свойств грунтов основания применяется один из следующих принципов использования вечномерзлых грунтов в качестве основания сооружений:

принцип I – вечномерзлые грунты основания используются в мерзлом состоянии, сохраняемом в процессе строительства и в течение всего периода эксплуатации сооружения;

принцип II – вечномерзлые грунты основания используются в оттаянном или оттаивающем состоянии (с их предварительным оттаиванием на расчетную глубину до начала возведения сооружения или с допущением их оттаивания в период эксплуатации сооружения) [13].

Принцип I следует применять, если грунты основания можно сохранить в мерзлом состоянии при экономически целесообразных затратах на мероприятия, обеспечивающие сохранение такого состояния (рис.).

Принцип II следует применять при наличии в основании скальных или других малосжимаемых грунтов, деформация которых при оттаивании не превышает предельно допустимых значений для проектируемого сооружения, при не сплошном распространении вечномерзлых грунтов, а также в тех случаях, когда по техническим и конструктивным особенностям сооружения и инженерно-геокриологическим условиям участка при сохранении мерзлого состояния грунтов основания не обеспечивается требуемый уровень надежности строительства [13].

Район проведения работ находится на территории, подчиненной МО «Нерюнгринский район» Республики Саха (Якутия) и расположен на юго-восточной окраине Алданского нагорья, в пределах Токинской впадины, являющейся составной частью Южно-Якутского каменноугольного бассейна.

В геоморфологическом отношении район работ характеризуется среднегорным сильно расчлененным рельефом. Водоразделы основных рек площади вытянуты в субширотном направлении. Склоны долин крутые.

Наблюдается вертикальная геокриологическая зональность – с абсолютной отметки поверхности 950-1000 м. развита зона сплошного развития мерзлоты, прерываемая лишь инфильтрационными таликами в отдельных зонах повышенной трещиноватости [5].

Эльгинское месторождение находится в южной части адартезианского бассейна, расположенного на юге Алданского гидрогеологического массива.



Рис. Схема расчетов оснований в районах развития криолитозоны

Древнейшими образованиями являются метаморфические и изверженные породы архейского возраста, которые в северной части района трансгрессивно перекрываются слабодислоцированными осадочными образованиями протерозойского и нижнекембрийского возраста.

На участке развиты отложения нерюнгриканской свиты, мощность которой 200-250 м. В ее основании залегают пачка среднезернистых песчаников с прослоями и линзами конгломератов и гравелитов. Средняя часть свиты сложена серыми песчаниками, переслаивающимися с прослоями алевролитов и пластов угля. Верхняя часть свиты сложена переслаивающимися среднезернистых песчаников серого цвета, к которым приурочены угольные пласты.

Четвертичные отложения пользуются повсеместным развитием. Они представлены генетическими разновидностями: ледниковыми, вводно-ледниковыми, аллювиальными, озерными, болотными, делювиальными и элювиальными отложениями.

Для решения поставленных задач на участке строительства I очереди Эльгинского горно-обогатительного комплекса проводился мониторинг температур в 20 скважинах. Работы проводились согласно ГОСТ 25358–82 «Метод полевого определения температур» [4]. Результаты исследований температур показали, что ниже верхней границы многолетнемерзлой толщи (глубины, которой достигает максимальное летнее протаивание грунтов) температура горных пород близка или равна нулю. Переход через ноль в среднем происходит на глубине 4,5-6 м. Согласно ГОСТ 25100-95 «Грунты. Классификация» [1], супеси, входящие в сферу взаимодействия сооружения с грунтом, находятся в твердомерзлом состоянии и склонны к пучению.

При проектировании оснований и фундаментов сооружений, возводимых на вечномерзлых грунтах, следует выполнять теплотехнические расчеты основания и расчеты основания и фундаментов на силовые воздействия. В расчетах оснований и фундаментов надлежит учитывать принцип использования вечномерзлых грунтов в качестве основания, тепловое и механическое взаимодействие сооружения и основания [14].

Расчет оснований по деформациям следует производить на основные сочетания нагрузок и воздействий; расчет по несущей способности – на основные и особые сочетания нагрузок и воздействий.

На участках с твердомерзлыми грунтами, а также при повышенной сейсмичности района следует принимать использование вечномерзлых грунтов по принципу I [13].

Так как грунт, входящий в сферу взаимодействия (супесь), находится в твердомерзлом состоянии (температура грунта, замеренная в скважинах изменяется от минус 1,5 до минус 1⁰С), строительство здания на свайном фундаменте будет производиться по I принципу. Для данной модели проводятся только расчеты по несущей способности, и дополнительно (так как грунты пучинистые), на действие касательных сил пучения. Следовательно, при изысканиях необходимо определение таких показателей как $R(c_{eq})$ – давления на мерзлый грунт под нижним концом (эквивалентное сцепление) и F_r – силу, удерживающую фундамент от выпучивания. Данная расчетная схема позволила, согласно действующим нормативным документам, подобрать необходимые объемы и методы проводимых при изысканиях работ для данного сооружения и инженерно-геологических условий участка.

Таким образом, для данных условий (I принцип и твердомерзлое состояние грунтов) был составлен алгоритм – схема проведения инженерно-геологических изысканий на стадии рабочей документации. По аналогии составлены схемы проведения изысканий для пластичномерзлых грунтов и для принципа II; эти схемы значительно облегчат труд изыскателя в регионах развития криолитозоны при составлении проектов и обоснования видов и объемов работ.

Литература

1. ГОСТ 25100-95 «Грунты. Классификация».
2. ГОСТ 5180-84 «Грунты. Методы лабораторного определения физических характеристик».
3. ГОСТ 26262-84 «Методы полевого определения глубины сезонного оттаивания».
4. ГОСТ 25358—82 «Метод полевого определения температур».
5. Ершов Э.Д. Общая геокриология. – М.: Недра, 1990. – 559 с.
6. Инженерная геология СССР/ Под ред. Е.М.Сергеева. – М.: Издательство МГУ, 1978 г. – 528 с.

7. Инженерная геоэкология / Под ред. Э.Д. Ершова. – М.: Недра, 1991. – 439 с.
8. Методы геоэкологических исследований/ Под ред. Э.Д.Ершова. – М.: Издательство МГУ, 2004. – 512 с.
9. СП 11-105-97 «Инженерно-геологические изыскания для строительства. (Часть I. Общие правила производства работ)».
10. СП 11-105-97 «Инженерно-геологические изыскания для строительства. (Часть II. Правила производства работ в районах развития опасных геологических и инженерно-геологических процессов)».
11. СП 11-105-97 «Инженерно-геологические изыскания для строительства. (Часть III. Правила производства работ на территориях распространения специфических грунтов)»
12. СП 11-105-97 «Инженерно-геологические изыскания для строительства. (Часть IV. Правила производства работ в районах распространения многолетнемерзлых грунтов)».
13. СНиП 2.02.04-88 «Основания и фундаменты на вечномерзлых грунтах».
14. Цытович Н.А. Механика грунтов: учебное пособие / Н.А. Цытович. – 3-е изд., доп. – М.:Высшая школа, 1979. – 272 с.

ПРИМЕНЕНИЕ ГИС-ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ КАРТОГРАФИРОВАНИЯ ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ Г. КЕМЕРОВО

Е.В. Сахаров

Научный руководитель доцент Л.А. Строкова

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

При увеличении плотности застройки и повышении уровня ответственности возводимых объектов приоритетными задачами являются обеспечение их безопасности, социального и экологического комфорта для жителей, а также достижение максимальной экономической эффективности градостроительных мероприятий. Постоянный рост объемов инженерно-геологических изысканий и, как следствие, увеличение инженерно-геологической информации сделали актуальной задачу систематизации и анализа инженерно-геологических материалов прошлых лет, их использование для проведения текущих работ, построения прогнозных карт, ведения мониторинга опасных геологических процессов для целей градостроительства.

Формирование пространственных инженерно-геологических данных является одной из основ, используемой в градостроительной деятельности. Применение геоинформационных технологий увеличивает эффективность и качество систематизации, анализа, ввода, хранения и обработки геологических материалов. Важным направлением этой работы является оценка влияния экзогенных геологических процессов (ЭГП) на городскую территорию, что, в свою очередь необходимо для принятия решения по выбору площадки для строительства с точки зрения технико-экономического обоснования.

Предметом данного исследования являются теоретические и прикладные аспекты картографо-геоинформационного обеспечения проектирования, технологии геоинформационного моделирования. Идея исследования состоит в положении, которое утверждает возможность осуществления камеральных предпроектных изысканий на основе геоинформационно-картографического обеспечения проектирования с использованием ГИС-технологий, материалов дистанционного зондирования и фондовых картографических, графических и текстовых материалов. В основу исследований положены архивные материалы ООО «Геотехника»: отчеты по объектам промышленного и гражданского строительства, тематические работы, проведенные для изучения опасных геологических процессов на территории г. Кемерово.

Первоначально по литературным, фондовым материалам и результатам полевых наблюдений проводилось определение естественных условий геологической среды (ГС), сопутствующих развитию ЭГП различного генезиса, что позволило провести ранжирование условий ГС по их благоприятствованию к развитию ЭГП и дать их оценку.

На основе анализа методических рекомендаций и нормативных документов автор обобщил комплекс основных геологических факторов, используемых при построении инженерно-геологических карт [1-4]. Структура электронного классификатора состоит из 8 слоев, в каждом из которых расположены характерные для данного слоя объекты. Слои имеют следующие названия: 1) «генетические типы»; 2) «геологические границы»; 3) «горные выработки»; 4) «грунты»; 5) «геоморфология»; 6) «гидрогеология»; 7) «стратиграфия»; 8) «литологические особенности». Для каждого объекта разработан код, ключ, семантика, позволяющие осуществлять связь и проводить операции по выборке данных, построению карт, математическим расчетам. Классификатор создан в соответствии с государственными стандартами, регламентирующими инженерные изыскания в строительстве (ГОСТ 21.302-96, ГОСТ 25100-95). Условные обозначения возраста выделяемых отложений соответствуют единой международной геохронологической шкале, генетические типы – общепринятой легенде четвертичных отложений.

В результате анализа и систематизации исходных материалов, представленных в отчетах, а также нормативных и методических документов, примененных при создании классификатора, автором разработана структура базы данных, основным принципом которой являлась совместимость со структурой классификатора. В точках, соответствующих горным выработкам, вводятся показатели в числовом или текстовом виде: общие данные (год проходки, глубина, организация, осуществлявшая проходку, и далее); условия залегания грунта (глубина подошвы, возраст, мощность и далее); описание грунта; физико-механические свойства грунта; коррозионная активность грунта; состав и свойства подземных вод. Для каждого вида грунта подбирается свой набор семантических характеристик, отражающих их структурно-текстурные особенности, состав, состояние и свойства. Семантические характеристики техногенных грунтов отражают также способ их укладки,

однородность состава, степень и метод уплотнения, степень влажности. Вводятся расчетные характеристики физико-механических свойств грунта.

Система ввода в банк геологических данных предусматривает импорт текущей геологической информации и ввод архивной информации с бумажных носителей. Структура данных текущей геологической информации ориентирована на структуру банка геологических данных. Хранение данных осуществляется в базе, состоящей из нескольких взаимосвязанных таблиц (*db).

Условия геологической среды, сопутствующие развитию ЭГП, оцениваются в баллах, отражающих степень вероятности развития процесса – от 0 до 2, где 0 – низкая, 1 – средняя, 2 – высокая вероятность развития. Результаты оценки отражаются на цифровых тематических картах, представляющих собой комплекс полигонов, каждый из которых представляет определенное условие ГС и его балльную оценку. Согласно Г.А. Голодковской карты такого типа называются инженерно-геодинамическими и отражают предрасположенность территории к тем или иным процессам.

В ходе расчета происходило сложение баллов условий, определяющих развитие процесса, посредством SQL-запросов в ГИС. Суммарное значение наложений полигонов разных тематических карт отражает совокупность условий, благоприятствующих развитию процесса. Чем выше сумма баллов, тем выше вероятность развития процесса. Деление на число условий необходимо для приведения полученных карт к единой градации оценки вероятности развития ЭГП, для дальнейших расчетов.

Проведены расчеты для построения следующих инженерно-геодинамических карт: гравитационных, эрозионных, суффозионно-просадочных процессов, отражающих их вероятностно-площадное развитие.

Качество вводимой информации проверяется на этапе ввода в базу данных. Применение информационных технологий пространственно-временного прогноза для поиска эффективных решений в оценке устойчивости территории города к ЭГП позволяет не только получать одномоментный результат, пополнять данные, но и моделировать различные версии и решения. Используемая технология построения электронной карты является одним из решений пространственного прогноза развития опасных ЭГП на территории города (рис.).

Применение ГИС-технологий для оценки опасных геологических процессов требует не только создания четкой системы ввода, организации и хранения данных, получаемых в ходе инженерно-геологических изысканий, но и глубокого понимания особенностей развития процессов, характерных для исследуемой территории.

Сравнительный анализ построенных с помощью ГИС-технологий двухмерных цифровых моделей карт позволяет дать количественную оценку влияния природных факторов на интенсивность процессов, выявить тенденции в формировании ЭГП на исследуемой территории.

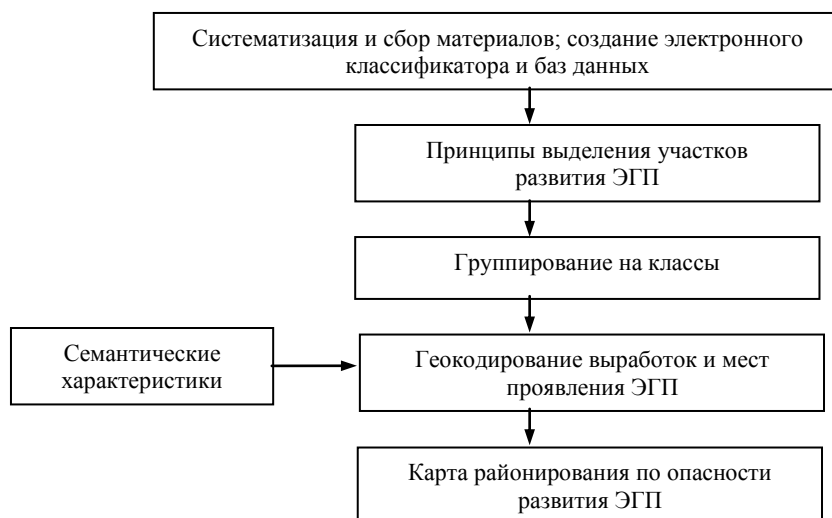


Рис. Технология построения информационной модели пространственного прогноза развития ЭГП

Созданная автором технологическая схема построения электронной модели карты районирования территории, являющейся важным элементом комплексной строительной оценки территории, может использоваться при создании таких карт на других территориях. Методические приемы структурирования архивных материалов могут эффективно применяться при создании электронных геологических фондов в изыскательских организациях.

В ходе дальнейших исследований предполагается добавить в электронный классификатор слои и объекты по тектоническим структурам, техногенным объектам, пунктам геофизических наблюдений; результатам мониторинга зданий и сооружений и далее.

Литература

1. Белоусов С. К. ГИС-картографирование динамики развития воздушного транспорта России / С. К. Белоусов, Т. С. Нокелайнен // ИнтерКарто/ИнтерГИС 15: Устойчивое развитие территорий: теория ГИС и практический опыт: – Пермь, 2009. – т.2 – т.1. – С. 29–36.
2. Ивлиева Н. Г. Создание карт с использованием ГИС-технологий : учеб. пособие / Н. Г. Ивлиева. – Саранск: Изд-во Мордов. ун-та, 2005. – 124 с.
3. Каранин А.В. Составление социально-экономических карт с помощью ГИС: учебно-методический комплекс. – Горно-Алтайск: РИО ГАГУ, 2010. – 52 с.
4. Тикунов В.С. Моделирование в картографии: учебник / В.С. Тикунов. – М.: Изд-во Моск. гос. ун-та, 1997. – 405 с.

РАВНОВЕСИЕ РАССОЛОВ ЗАПАДНОЙ ЧАСТИ ТУНГУССКОГО АРТЕЗИАНСКОГО БАССЕЙНА С КАРБОНАТНЫМИ МИНЕРАЛАМИ

Е.С. Сидкина

Научный руководитель профессор С.Л. Шварцев

Национальный исследовательский Томский политехнический университет,
г. Томск, Россия

Формирование современного состава подземных вод невозможно объяснить без изучения взаимоотношений в системе вода-порода, которые являются одним из фундаментальных вопросов геохимии. Впервые идею о существовании неравновесной системы вода-порода-газ-органическое вещество высказал великий ученый академик В.И. Вернадский. Развитие его теории нашло отражение в работах многих всемирно известных ученых – Н.И. Толстихина, А.М. Овчинникова, А.И. Перельмана, Е.В. Пиннекера, П.А. Удодова, С.Р. Крайнова, В.А. Кирюхина, С.Л. Шварцева, М.Б. Букаты, Б.Н. Рыженко, В.М. Швеца и других. Не менее известны зарубежные авторы работ по данной тематике – Дж. Драйвер, Р.М. Гаррелс, Ч.Л. Крайст, И. Тарди, Х.К. Хельгесон и другие.

Подземные крепкие рассолы в пределах Тунгусского бассейна распространены практически повсеместно на глубинах от 500 до 3000 м в отложениях преимущественно рифея, венда, нижнего кембрия и перми в терригенных, карбонатно-соленосных или карбонатных отложениях, включающих многочисленные интрузии траппов. Соленосные толщи содержат мощные горизонты галитовых и ангидритовых отложений [2]. Для изучаемых рассолов характерна высокая минерализация (108 – 530 г/дм³), разнообразие типов (от хлоридных натриевых до хлоридных кальциевых) и высокие содержания брома, стронция, лития, рубидия и других микроэлементов.

В данной работе рассматривается равновесие рассолов Тунгусского артезианского бассейна с карбонатными минералами – кальцитом, магнезитом, доломитом, сидеритом (рис. 1).

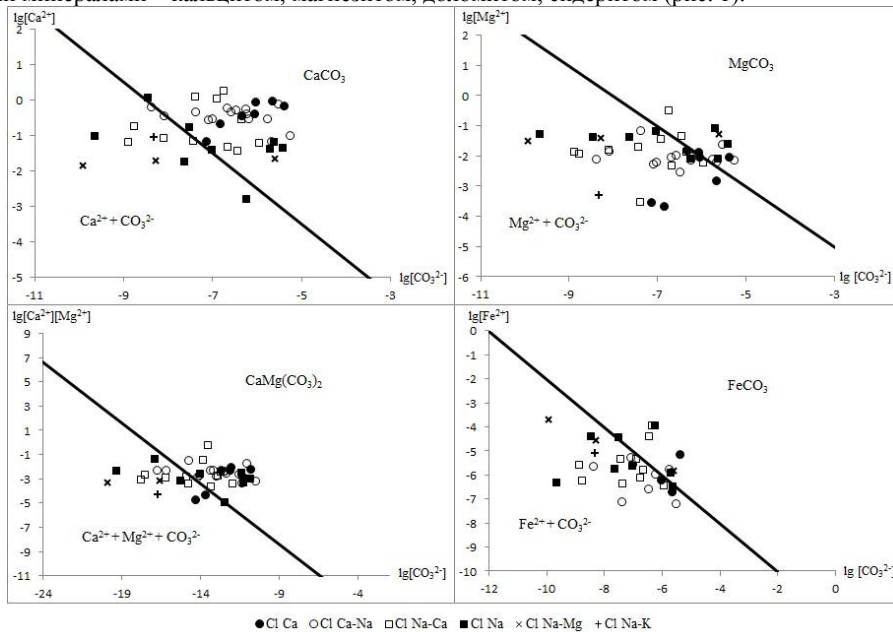


Рис.1 Диаграммы степени насыщения различных типов рассолов а) кальцитом, б) магнезитом, в) доломитом, г) сидеритом при температуре 25°C и давлении 0,1 МПа

Наблюдаемая на графиках недонасыщенность рассолов с карбонатными минералами объясняется высоким комплексобразованием. Рассолы, в отличие от пресных и соленых вод, почти не содержат диссоциированных ионов. В их составе преобладают ассоциированные гидратные комплексы [1].

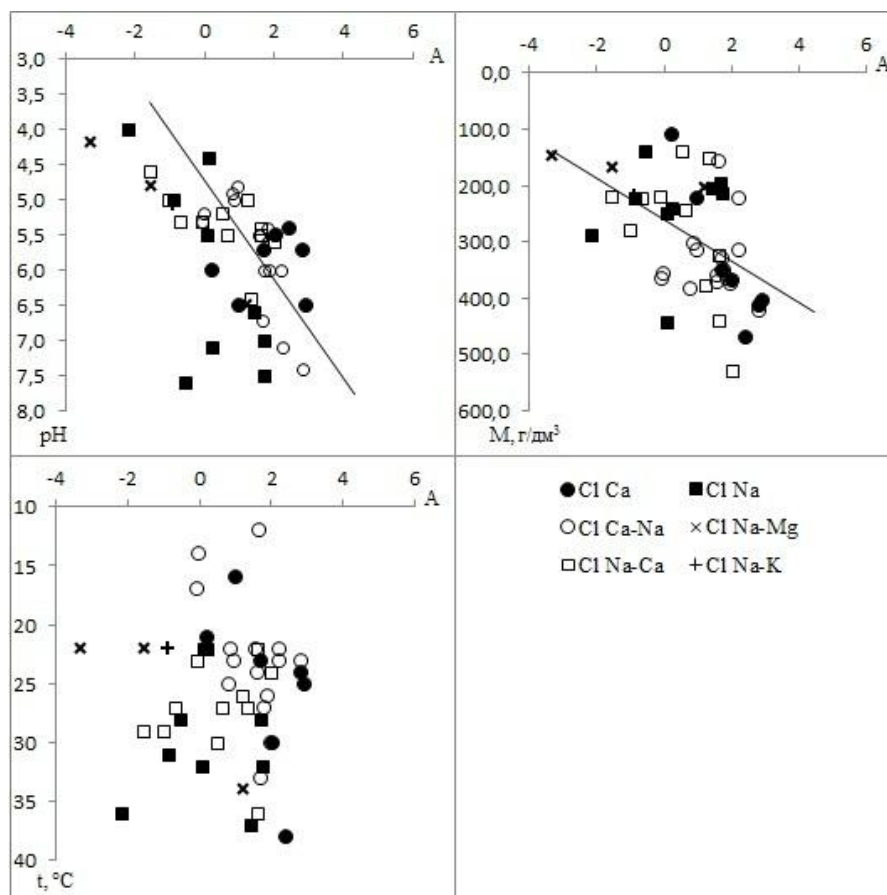


Рис. 2. Графики зависимости индекса неравновесности A от а) рН, б) минерализации, в) температуры

Для выяснения характера равновесия воды с каким-либо минералом удобно пользоваться индексом неравновесности (A):

где Q – квотант реакции; K – константа реакции. По мере насыщения раствора солями индекс неравновесности растет от отрицательных значений до нуля. При пересыщении раствора его значения становятся положительными. Нулевое значение характеризует равновесие с солью или минералом [3].

На диаграмме степени насыщения рассола относительно кальцита отдельные точки лежат вне зоны насыщения, что можно объяснить несоответствием лабораторного определения и действительной величины рН раствора. Наиболее недонасыщенные точки (рис. 2а) имеют рН 4,0 – 5,3, что является достаточно низкими для проб с минерализацией не более 300 г/л [1]. Так же в скважинах, где наблюдается недонасыщенность, отмечается наличие сероводорода.

По рисунку 2б видно, что индекс неравновесности растет с увеличением минерализации. Температура в изучаемых условиях меняется незначительно, поэтому сделать какие-либо выводы по данным проведенного анализа невозможно (рис. 2в).

Таким образом, можно утверждать, что все рассолы с рН более 5,3 насыщены к кальциту и доломиту. Возможны исключения, которые будут, скорее всего, связаны с ошибкой лабораторного анализа, либо необратимыми изменениями, произошедшими в составе рассолов после их отбора, транспортировки и хранения. Чаще всего эти изменения связаны с резкими уменьшениями давления, неоднократными изменениями температур, окислением восстановленных соединений. Вследствие этих причин возможно выпадение некоторых карбонатных минералов, в первую очередь кальцита, доломита, стронцианита, сидерита.

Литература

1. Пиннекер Е.В. Рассолы Ангаро-Ленского артезианского бассейна. – М.: Наука, 1966. – 332 с.
2. Шварцев С.Л. Химический состав и изотопы стронция рассолов Тунгусского бассейна в связи с проблемой их формирования // Геология и геофизика. – М., 2000. – №11. – С.1170 – 1184.
3. Шварцев С.Л., Рыженко Б.Н., Алексеев В.А., Дутова Е.М., Кондратьева И.А., Копылова Ю.Г., Лепокурова О.Е. Геологическая эволюция и самоорганизация системы "вода-порода". Система вода-порода в условиях зоны гипергенеза. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2007. – Том 2. – 389 с.

ОЦЕНКА ЕСТЕСТВЕННЫХ РЕСУРСОВ ПОДЗЕМНЫХ ВОД ЗОНЫ ДРЕНИРОВАНИЯ ТЕРРИТОРИИ ЮГО-ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ ТАМБОВСКОЙ ОБЛАСТИ

О.С. Скутулина, П.А. Панарин

Научный руководитель доцент Ю.М. Зинюков

Воронежский государственный университет, г. Воронеж, Россия

В последние годы подземные воды испытывают значительную техногенную нагрузку, в частности связанную с ростом водоотбора. Естественные ресурсы подземных вод играют большую роль в общем водном балансе той или иной территории. В связи с этим оценка их количественного состояния является одной из актуальных проблем обеспечения водой населения и промышленности. В данной работе приводится характеристика естественных ресурсов Кирсановского района Тамбовской области, выполненная в рамках гидрогеологической съёмки масштаба 1: 200 000 (лист N-38-XXXI).

Район исследования находится на стыке двух крупных неотектонических структур: Приволжского поднятия и Окско–Донской впадины. Рельеф района образован сочетанием широких уплощённых водоразделов и глубоко врезанных широких балочных и речных долин. Гидросеть района принадлежит, в основном, бассейну р. Дон (река Ворона и ее притоки). Бассейну р. Ока принадлежат реки Печера и Большой Ломовис, представленные в пределах северо-западной части листа своими верховьями. В юго-западной части территории своим верхним течением представлена р. Мокрый Карай – приток р. Хопер. Основной водной артерией района является р. Ворона с ее левыми притоками – реками Вяжля, Карай, Балыклей, Шибряйка и правыми притоками – Мокрая Панда, Ржакса, Калаис, Иноковка. Река Ворона, представленная средним течением, пересекает территорию с севера на юг, ее общая протяженность около 125 км. Реки имеют смешанное питание, главным образом грунтовое. В формировании естественных ресурсов подземных вод в пределах исследуемой территории принимают участие атмосферные, поверхностные и воды четвертичных, неогеновых, меловых и девонских горизонтов и комплексов. Подземные воды четвертичных водоносных подразделений формируют естественные ресурсы в пределах всей исследуемой территории. Подземные воды неогеновых отложений участвуют в формировании естественных ресурсов преимущественно в центральной и юго-восточной части изучаемой площади исследований (бассейны рек Ворона –среднее течение, р. Мокрая Панда – нижнее течение, р. Шибряйка, р. Сухой Карай, р. Мокрый Карай и руч. Волжанчик). Воды верхнемеловых отложений участвуют в активном водообмене практически на всей исследуемой площади, за исключением нижнего течения р. Вороны и мест развития ламкинской долины неогена (бассейны рек Нару-Тамбов, Бол. Ломовис, Мокрая Панда, Вяжля, Карай, Мокрый Карай, Иноковка и Калаис). Подземные воды, приуроченные к отложениям нижнемелового возраста, активно участвуют в формировании естественных ресурсов, в основном, по долине р. Ворона и в бассейнах рек Нару-Тамбов и Бол. Ломовис. Отложения девонского комплекса играют малую роль в формировании естественных ресурсов в юго-западной части исследуемой территории в местах размыва водоупорного бат-келловейского горизонта (р. Ржакса). Естественные ресурсы формируются за счет инфильтрации атмосферных осадков, перетекания из смежных подразделений дочетвертичного возраста, нагрузка – в нижележащие подразделения и, через современный аллювий, в речную сеть.

Таблица

Расходы водотоков по данным экспедиционных наблюдений (лист N-38-XXXI)

№ п/п	№ створов	Водотоки	Общая площадь водосбора к расч. ств., км ²	Площадь бассейна рек (в границах листа N-38-XXXI) км ²	Измеренные расходы, м ³ /с					
					2008г.		2009г.		2010г.	
					Q, м ³ /с	Дата	Q, м ³ /с	Дата	Q, м ³ /с	Дата
1	24	р.Ворона у г.Кирсанов	5317		9,53	24.08	6,8	18.07	3,21	17.08
2	15	р.Ворона у п. Инжавино (сред.)	8173	F _{собств} =675,3	10,7	23.08	7,32	19.07	4,35	18.08

3	3	р. Ворона у г. Уварово	9890	$F_{\text{собств}}=457,1$	15,0	19.08	10,28	20.07	6,13	18.08
4	21	р. Калаис-устье	291	73,6	0,412	24.08	0,184	17.07	0,044	16.08
5	22	р. Иноковка-устье	150	150,0	0,17	24.08	0,279	17.07	0,099	16.08
6	19	р. Вяжля-гр.листа (верх)	308	-	0,252	24.08	0,19	18.07	0,111	17.08
7	20	р. Вяжля-устье	595	222,3	0,638	24.08	0,413	18.07	0,271	17.08
8	18	р. Карай-гр.листа (верх)	292	-	0,201	23.08	0,13	18.07	0,032	17.08
9	17	р. Карай-устье	750	453,4	0,503	23.08	0,292	18.07	0,047	18.08
10	14	р. Балыклей-устье	173	173	0,083	22.08	0,09	18.07	0,046	17.08
11	16	р. Ржавка-устье	122	122	0,05	23.08	0,024	18.07	0,0	18.08
12	6	р. Мокрая Панда-выше впадения р. Сух. Панда	285	285	0,34	20.08	0,434	20.07	0,232	19.08
13	1	р. Мокрая Панда-устье	820	820	1,03	19.08	0,628	20.07	0,36	18.08
14	7	р. Сухая Панда-устье	216	216	0,187	20.08	0,115	20.07	0,104	19.08
15	26	р. Ржакса – выше устья	414,8	414,8					0,145	18.08
16	5	руч. Ржакса – устье	44	-	0,029	19.08	0,004	20.07		
17	2	руч. Подгорный	118	94,9	0,06	19.08	0,036	20.07	0,017	18.08
18	13	р. Мокрый Карай – верхняя граница листа	40,3	-	0,031	22.08	0,005	19.07	0,013	17.08
19	9	р. Мокрый Карай – нижняя граница листа	492	401,3	0,312	21.08	0,204	19.07	0,161	19.08

Оценка проводилась гидрометрическим методом в период летней межени, при котором производился замер расхода рек и ручьёв территории с помощью гидрометрической вертушки. В период летней межени реки питаются исключительно за счёт подземного стока. В 2008, 2009 и 2010 годах в период устойчивой летней межени проведены гидрометрические измерения стока рек района. Результаты измерений расходов воды приведены ниже в таблице.

В целом величина естественных ресурсов незначительна и полностью не удовлетворяет заявленным потребностям на перспективу, что особенно актуально в связи с возрастанием техногенной нагрузки на геологическую среду, при которой наибольшие изменения испытывают водоносные подразделения, залегающие первыми от поверхности, в которых собственно и формируются естественные ресурсы. При этом к осложняющим ситуацию факторам можно отнести качественный состав подземных вод зоны активного водообмена. По ряду показателей подземные воды не соответствуют требованиям Сан Пин 2.1.4.1074-01 «Питьевая вода...» (общая жесткость, содержание железа, нитратов), что предопределяет обязательность комплексного подхода к использованию водных ресурсов в водохозяйственных целях при составлении схем рационального водопользования. В связи с этим, необходимо рекомендовать неотложное претворение в жизнь мероприятий по охране малых рек, направленных на сохранение условий их питания и разгрузки, на регулирование стока в случаях его нарушения.

С учетом все возрастающего использования водных ресурсов и обеспечения полного контроля необходимо восстановление ранее существовавших постов Госкомгидромета, расширение водомерной сети, проведение научно-исследовательских работ по изучению гидрологического и гидрогеологического режима малых рек.

К ВОПРОСУ ОБ ОПРЕДЕЛЕНИИ ФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ПЕСЧАНЫХ ГРУНТОВ ПО ДАННЫМ СТАТИЧЕСКОГО ЗОНДИРОВАНИЯ

М.А. Слесарев

Научный руководитель доцент А.Э. Курилович

Воронежский государственный университет, г. Воронеж, Россия

Определение показателей физических свойств песчаных грунтов является необходимым условием качественного проведения инженерно-геологических изысканий для обоснования проектирования любых зданий и сооружений. Однако, отбор монолитов из песка, проводимый в процессе буровых работ, как правило, связан с объективными техническими трудностями. В связи с этим возникла актуальная потребность в разработке методики получения дополнительной информации из результатов стандартных полевых опытных работ, широко применяемых в практике инженерных изысканий. В частности, определение коэффициента пористости и расчет

плотности песков в условиях естественного залегания по данным статического зондирования позволило бы существенно снизить трудоемкость инженерно-геологических изысканий при сохранении их информативности.

При проведении исследований были использованы материалы инженерно-геологических изысканий на площадке проектируемого строительства здания автомобильного центра в г. Воронеж. В геологическом строении участка до глубины 15,0 м принимают участие верхнечетвертичные аллювиальные отложения второй надпойменной террасы р. Воронеж, перекрытые техногенными образованиями.

Определение плотности грунтов выполнялось по данным статического зондирования и сопоставлялось с результатами лабораторных исследований грунтов, отобранных из буровых скважин. На первом этапе был построен график линейной зависимости между удельным сопротивлением грунта под конусом зонда и коэффициентом пористости песка средней крупности. График строился по данным из таблицы 1 приложения И [3] и таблицы Б 18 приложение Б [1]. Через полученные точки была проведена линия с экстраполяцией за крайние значения (рис 1). При помощи этого графика по значениям удельного сопротивления грунта под конусом зонда определены частные значения коэффициента пористости в точках, совпадающих с местом отбора образцов грунта на лабораторные исследования. По полученным данным могут быть рассчитаны частные показатели плотности песчаного грунта в условиях естественного залегания.

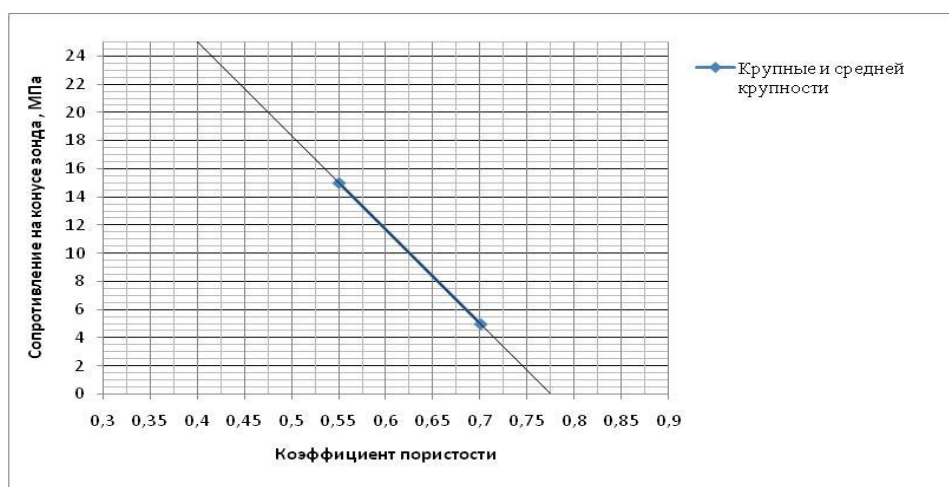


Рис.1 График линейной зависимости значений коэффициента пористости от удельного сопротивления грунта под конусом зонда

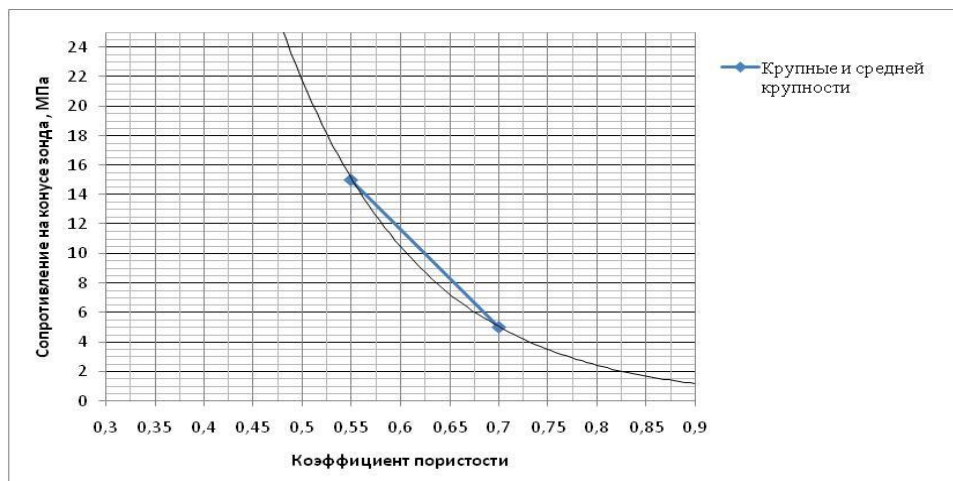


Рис.2 График экспоненциальной зависимости значений коэффициента пористости от удельного сопротивления под конусом зонда.

Аналогичный график был построен на втором этапе исследований, однако в данном случае зависимость между используемыми показателями была экспоненциальной (рис.2). Как и в первом случае, в исследуемых точках определены частные значения коэффициента пористости песков. Все полученные значения были сопоставлены с данными лабораторных анализов проб грунтов природной структуры и влажности (таб.).

Сопоставление полученных данных позволяет заключить, что для песков средней плотности (образец № 31) значения коэффициента пористости, полученные всеми вышеперечисленными способами, достаточно близки, в то время как для песков рыхлых (образцы №№ 17, 37, 47) и, особенно, плотных (образцы №№ 2, 32) наблюдается существенное отличие данных, полученных с использованием линейной зависимости от эталонных

лабораторных. С другой стороны, данные, полученные с использованием экспоненциальной зависимости, в большей степени соответствуют лабораторным, что объясняется особенностями экстраполяции линии графика за крайние точки.

Таблица

Лабораторные данные				Значения коэффициента пористости по результатам зондирования	
№ пробы	Глубина	Номенклатурное наименование песка	Коэффициент пористости	линейного	экспоненциального
				частные	частные
2	4,2	Средней крупности, плотный	0,53	0,47	0,52
17	3	Средней крупности, рыхлый	0,73	0,70	0,74
31	2,5	Средней крупности, средней плотности	0,61	0,64	0,62
32	4,2	Средней крупности, плотный	0,51	0,45	0,52
37	3	Средней крупности, рыхлый	0,74	0,68	0,72
47	3,2	Средней крупности, рыхлый	0,75	0,73	0,76

Мы предполагаем, что если заменить линейную линию тренда экспоненциальной, то данная методика будет применима и к песчаным грунтам среднего и рыхлого сложения [1]. Для поиска зависимости между параметрами статического зондирования и физическими свойствами песчаных грунтов необходимо привлечение дополнительного объема фактического материала.

Литература

1. ГОСТ 25100-95. Грунты. Классификация. – М., 1997.
2. ГОСТ 20522-96. Грунты. Методы статистической обработки результатов испытаний. – М., 1996.
3. СП 11-105-97. Инженерно-геологические изыскания для строительства. Общие правила производства работ. – М., 1997. – Часть I.

ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ ОТРАБОТКИ КИМБЕРЛИТОВОЙ ТРУБКИ «ЮБИЛЕЙНАЯ» САХА (ЯКУТИЯ)

М.Ю. Соколкин

Научный руководитель доцент К.И. Кузеванов

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет,
г. Томск, Россия*

Кимберлитовая трубка "Юбилейная" находится в истоках р. Мархи в пределах Алаakit-Мархинского кимберлитового поля, расположенного в юго-западной части Далдыно-Алаakitского алмазоносного района.

В административном отношении территория относится к Мирнинскому улусу Республики Саха (Якутия) с районным центром в г. Мирном.

В геологическом плане трубка располагается на Сибирской платформе в месте сочленения северо-восточного борта Тунгусской синеклизы и юго-западного крыла Анабарской антеклизы у истоках р. Марха в пределах Алаakit-Мархинского кимберлитового поля.

В геологическом строении территории принимают участие образования палеозоя, раннего мезозоя и современное звено четвертичной системы. Вмещающие породы представлены древними (Ar-Pr) породами, с высокоминерализованными водами [1].

Район трубки приурочен к северной части Средне-Сибирского плоскогорья и представляет собой слабо расчлененное полого-увалистое трапное плато с абсолютными отметками от 600 до 700 м. Речная сеть района относится к бассейну р. Вилюй. Наиболее крупными водотоками является р. Марха и ее левый приток р. Сохолоох-Мархинский с многочисленными мелкими притоками. Реки мелководны с непостоянным режимом. В весенний паводок подъем уровня воды достигает 3-4 м, а в зимний период реки, как правило, перемерзают.

Климат резко континентальный. Это проявляется в больших колебаниях температур воздуха в зависимости от сезона года и времени суток. Район месторождения находится в зоне многолетнемерзлых пород, глубина сезонной оттайки варьирует от 0,2-0,4 до 2-3 м. Среднегодовая сумма атмосферных осадков за период 1966-2008гг. (рис. 1) была рассчитана с использованием Интернет-ресурса www.meteo.ru. На нем выложена информация о ежесуточных замерах температуры воздуха и количестве атмосферных осадков по 233 ГМС территории бывшего СССР.

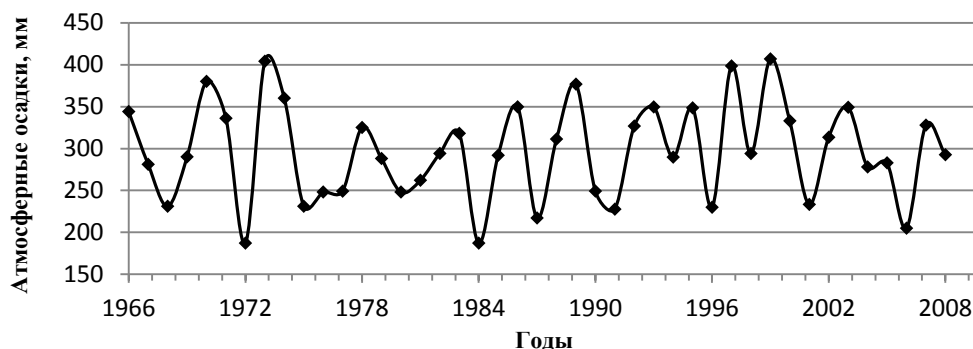


Рис. 1. Среднегодовая сумма атмосферных осадков по годам за период 1966-2008 г.г.

В гидрогеологическом отношении рассматриваемая территория приурочена к области сочленения Тунгусского и Якутского артезианских бассейнов [2].

На формирование гидрогеологических условий изученного района оказывал влияние целый ряд факторов: сравнительно небольшая (2,5-3,0 км) мощность осадочного чехла, глинисто-карбонатный состав слагающих его пород, широкое развитие кимберлитового и траппового магматизма, наличие целого ряда глубинных разломов и наконец – сплошное распространение мощной толщи многолетнемерзлых пород входящий в криолитозону общей мощностью до 720 м. Криолитозона характеризуется минимальными температурами на глубинах 100-140 м (от -3,4 до -4,2°C), а нулевая изотерма проходит на глубине 680-820 м. Последний фактор определяет разделение подземных вод района в соответствии с общепринятой схемой [3] на три типа: надмерзлотные, межмерзлотные и подмерзлотные.

Кимберлитовая трубка Юбилейная открыта в марте 1975г. геологами Айхальской партии Амакинской экспедиции ПГО «Якутскеология» в процессе проведения детальных площадных поисков масштаба 1:10000 на юго-западном фланге Алакит-Мархинского кимберлитового поля. Разработка месторождения ведется с 1985 г. открытым способом и с этого же времени начинает работать система карьерного водоотлива. В настоящее время месторождение вскрыто на глубину 320 м (+305,0 м. абс).

Схема водоотлива карьера "Юбилейный", по состоянию на 01.08.2011 г, выглядит следующим образом: естественные поверхностные воды, стекающие на дно карьера с прилегающей площади в пределах границ карьера и нагорных канав, и сток, формирующийся за счет выпадающих на площадь самого карьера осадков, аккумулируются на дне карьера в зумпфе объемом ~30000 м³, размещенном на гор. +320,0 м абс. Карьерный водоотлив оборудован двумя насосными установками ЦНСК300-540.

Анализ динамики изменения водопритоков в карьере за период отработки с 1985 по 2002 гг. показывает (рис.2), что интенсивность водопритоков зависит от водности года и расширения фронта горных работ.

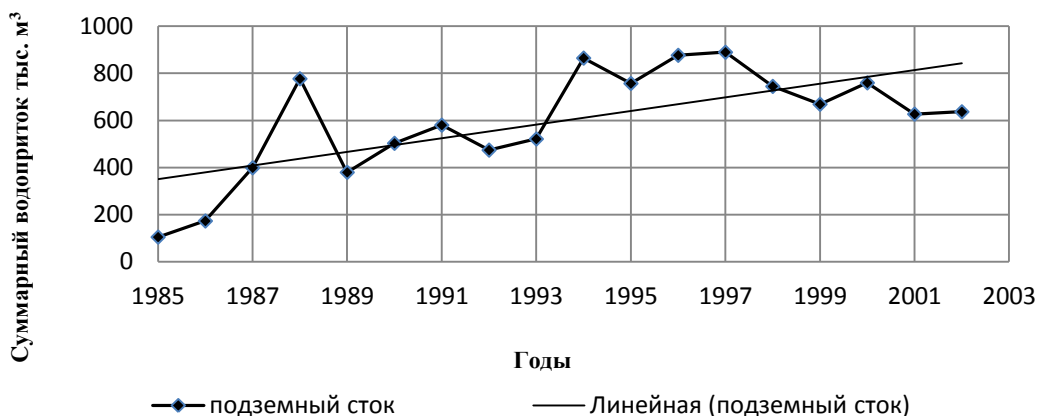


Рис. 2. Изменение суммарного водопритока в карьер за период эксплуатации с 1985 по 2002 г.г.

Прогноз водопритоков, выполненный аналитическим методом на срок до 2028 г., дает представление о темпах увеличения суммарного водопритока при максимальной глубине отработки до глубины – 1000 м. (рис. 3.). При вскрытии глубоких горизонтов за пределами развития зоны многолетнемерзлых пород в суммарном водопритоке падает доля поверхностного стока и возрастает роль подземных вод.

Для расчетов прогнозных водопритоков были приняты средневзвешенные значения фильтрационных параметров водоносных комплексов, которые получены в ходе гидрогеологических исследований (кустовых откачек), а именно: коэффициент водопроницаемости – 2,0 м²/сут., пьезопроводность – 104 м²/сут.

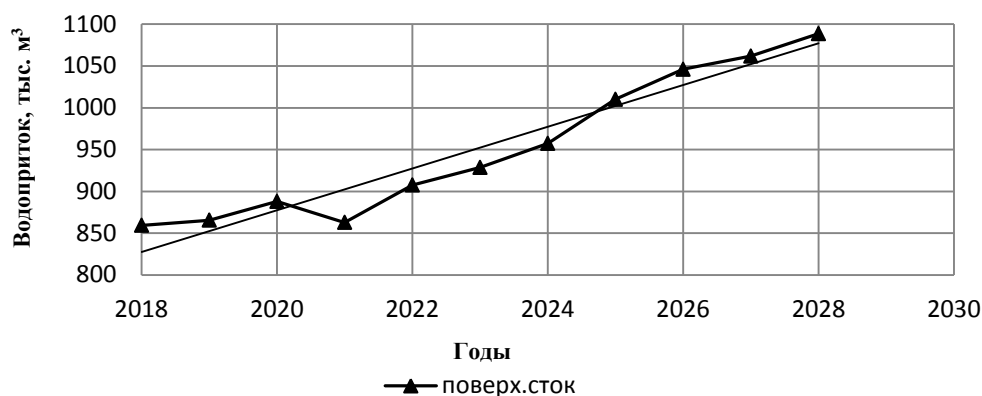


Рис. 3. Изменение прогнозного водопритока в карьер за период эксплуатации 2018-2028 г.г.

Более достоверный прогноз водопритоков при переходе на подземный способ отработки месторождения может быть выполнен на основе применения методов численного моделирования гидрогеологических условий.

Литература

1. Геология СССР. Гл. ред. Е. А. Козловский. Т. XVIII. Якутская АССР. Полезные ископаемые. /Ред. Ю.В.Архипов. – М.: Недра, 1979, – 411 с.
2. Гидрогеология СССР, том XX, Якутская АССР. – М.: Изд-во Недра, 1970, – 384 с.
3. Романовский Н.Н. Схема подразделения подземных вод в области распространения многолетнемерзлых горных пород (Методика гидрогеологических исследований и ресурсы подземных вод Сибири и Дальнего Востока). – М.:Наука, 1966.

ФАКТОРЫ ФОРМИРОВАНИЯ МЕРЗЛОТНЫХ УСЛОВИЙ НА ТЕРРИТОРИИ НЕРЮНГРИНСКОГО РАЙОНА

О.Ф. Сучкова

Научный руководитель доцент Т.Я. Емельянова

Национальный исследовательский Томский политехнический университет,
г. Томск, Россия

Изучение многолетней мерзлоты имеет большое практическое значение в различных отраслях народного хозяйства. Инженерная деятельность человека приводит, прежде всего, к разрушению почвенно-растительного покрова, что в полярных районах влечёт за собой резкое увеличение глубины сезонного протаивания (иногда в 2–4 раза), активизацию термокарста, термоэрозии и других криогенных процессов. При освоении месторождений, строительстве, прокладке железных и шоссейных дорог и т. п. необходимо учитывать возможность пучения и просадок грунтов, сползания оттаивающих грунтов на склонах (солифлюкция, оползни), образования наледей на дорогах, у мостов и другое. Засоленные мерзлые породы существенно снижают несущую способность грунтов. При вытаивании крупных залежей подземных льдов происходит катастрофическая активизация склоновых процессов, что также осложняет строительство. При освоении северных районов необходимо учитывать, что природа их очень ранима, и техногенная активизация криогенных процессов надолго затруднит, либо сделает невозможным восстановление естественных природных геосистем.

Территория исследования находится на Алданском нагорье в его юго-восточной окраине в пределах Токинской впадины. В связи с тем, что территория попадает в зону массивно-островного распространения вечномёрзлых пород, возникают определенные трудности при строительстве и эксплуатации поселка. Для проектирования специфических работ следует внимательно изучить участок, в частности формирование мерзлотных условий горных пород. На площади района повсеместно развита многолетняя мерзлота. Сезонное протаивание грунта в зависимости от экспозиции склонов, наличия моховой растительности составляет 0,5-1,0 м на северных склонах и до 2-3,0 м на южных. На участках развития ледниковых отложений местность, как правило, заболочена [3]. Глубина сезонного оттаивания до 2 м и более отмечается на открытых поверхностях и склонах южной экспозиции. На заболоченных участках с моховой растительностью глубина сезонного оттаивания 0,3-0,7 м.

Нижняя граница многолетнемерзлой толщи обычно проходит почти горизонтально, приподнимаясь над относительно крупными, глубоко врезаемыми водотоками, воздымаясь в отдельных тектонических зонах почти до дневной поверхности. Этим определяется значительная мощность мерзлых пород в пределах изученного участка, растущая с возрастанием абсолютных отметок. Глубина криолитозоны оценивается величиной порядка 200 м. Температура грунтов на глубине годовых нулевых амплитуд равна минус 0,3°C. Нормативная глубина сезонного оттаивания составляет 4,0 м. Сезонное протаивание пород начинается в мае и кончается в октябре-декабре. Из криогенных явлений по руслам водотоков наблюдаются зимой наледи. Главные характеристики

мерзлоты – распространение, мощность, льдистость и температура, криогенные образования (формы рельефа). Их распределение в пространстве подчиняется основным географическим закономерностям: широтной зональности, высотной поясности и секторности. По характеру распространения многолетней мерзлоты территория участка относится ко Па южной широтной зоне мерзлоты [1].

В тектоническом отношении данная территория является впадиной, ограниченной с юга – Становым, а с севера Учуро-Идюмским хребтами. Непосредственными границами изучаемой территории являются: восточной – р. Укикит, южной – крупноамплитудное нарушение северо-западного простирания, западной – р. Ундыткан, северной – условная линия, соединяющая р. Ундыткан с р. Эльга в среднем их течении [3].

Геоморфологические особенности территории изысканий характеризуются среднегорным сильно расчлененным рельефом. Водоразделы основных рек площади вытянуты в субширотном направлении. Склоны долин крутые. Относительные превышения водоразделов над днищами долин основных рек составляют около 300 м при максимальных отметках 1276,7 м и минимальных урезах воды рек Укикит и Ундыткан ~ 800 м [3].

Климат района суровый, резко континентальный с коротким летом и продолжительной зимой, колебания температур от +30⁰С в июле до – 60⁰С в январе, при среднегодовой – 11⁰С.

Данная территория отличается наибольшей контрастностью геологических условий от других горноскладчатых стран. Расположение этой территории в резкоконтинентальном климате, отсутствие морских акваторий, большие абсолютные высоты (от 2500 до 3000 м) широтно расположенных горных хребтов и выступающих над ними вершин и длительная история геокриологического развития, включающая многочисленные оледенения в периоды похолоданий и их оттаивание в периоды более коротких потеплений, обусловили сложное сочетание геокриологической широтной зональности и высотной поясности. В настоящее время мощность криолитозоны на хребтах и высоких вершинах достигает 1000 м, резко убывая к глубоковрезанным долинам и межгорным впадинам и часто выклиниваясь в их днищах вследствие отепляющего влияния подземных вод. Строение криолитозоны в горном рельефе преимущественно одноярусное. Ее слагают эпикриогенные коренные породы плейстоценового и позднеголоценового криогенного возраста со льдом по тектонически раздробленным зонам, перекрытые сверху 5-метровым слоем крупноглыбовых развалов на водоразделах и курумов на склонах, сцементированных гольцовым льдом. Мерзлые толщи подстилаются тальми обводненными породами, в которых в связи с большой сейсмичностью региона водообмен довольно интенсивен. Это способствует резкому сокращению мощности мерзлоты в долинах, заложенных по тектоническим разломам. Криогенный разрез в долинах является преимущественно двухъярусным. Верхний ярус – это аллювиальные, флювиогляциальные, пролювиальные и другие по генезису малолдыстые эпикриогенные или тальные породы небольшой (до 25 м) мощности. Для долин характерны талики под руслами крупных рек и по многочисленным разломам с выходами термальных минерализованных подземных вод Нижний ярус представлен эпикриогенными скальными и полускальными мерзлыми породами мощностью до 50–100 м [2]. В современных условиях образования мерзлоты определяются следующими ведущими факторами и условиями:

широтной зональностью поступления солнечной радиации, определяющей радиационный баланс на поверхности Земли;

влиянием Атлантического, Ледовитого и Тихого океанов на циркуляцию атмосферы, формирующей секториальность типов климата;

удаленностью территории от морских акваторий и ее расположением внутри материка, обуславливающими континентальность климата, т.е. амплитуду годовых колебаний температуры воздуха и на поверхности Земли;

орографическими условиями, с которыми связано нормальное распределение высотной поясности теплообмена в средне- и высокогорных районах и инверсионное – на плоскогорных;

геолого-тектоническими условиями, с которыми связаны состав, строение и свойства пород, величина теплового потока из недр и градиент изменения температур в мерзлой толще;

гидрогеологическими условиями, существующими в результате взаимодействия мерзлых пород и подземных вод в позднем кайнозое;

ландшафтно-климатическими условиями на поверхности (климат, растительность, заболоченность, заторфованность, микрорельеф и др.).

Анализ компонентов природной среды как факторов, влияющих на мерзлотные условия, с наибольшей полнотой произведен Ершовым Э.Д. (табл.).

Таблица

Основные факторы формирования мерзлотных условий

Факторы	Влияние факторов
Климат (1 ведущий фактор)	На территории исследуемого района в пределах умеренного пояса условия многолетнего промерзания пород связаны с формированием континентального режима циркуляции атмосферы при частых арктических вторжениях холодных воздушных масс, с антициклональным режимом и радиационным выхолаживанием земной поверхности в зимнее время.
Температурный режим грунтов	Снежный покров приводит к повышению средних годовых температур земной коры. Снежный покров может играть роль теплоизолятора.
Рельеф (2 ведущий фактор)	Влияние крутизны склонов на температурный режим и глубину сезонного протаивания (промерзания) пород проявляется через различный угол падения солнечных лучей и через их затененность друг другом, т.е. через различное количество поглощенной поверхностью склонов радиации.

Рельеф	Рельеф влияет на температуру земной коры через неравномерное распределение снежного покрова; выпуклые формы рельефа имеют маломощный снежный покров или вовсе лишены его, а отрицательные формы являются местами скопления часть очень мощного снега. В результате сравнительно высокая температура почвы наблюдается в отрицательных формах рельефа и более низкая – на положительных.
Растительный покров	Он изменяет количество поглощенной и отраженной лучистой энергии, защищает поверхность почвы от влияния ветров и, наконец, в значительной степени определяет влагообмен между воздухом и почвой. Поглощение растительностью воды и транспирация, выпадение на растениях росы, уменьшение испарение с покрытой растениями поверхности земли – все это оказывается значительное влияние на теплооборот верхних слоев горных пород. Роль <i>мохового покрова</i> в формировании температурного режима почвы определяется малой его теплопроводностью, гигроскопичностью и высокой влажностью
Свойства грунтов	Влажность и льдистость грунтов заметно изменяющие их теплофизические свойства, а так же фильтрационная способность грунтов. Инфильтрация вод в горные породы обеспечивает значительное их утепление. Засоленность горных пород способствует понижению температуры вечномерзлых горных пород. Засоленные горные породы представляют собой солеохладительные смеси. Температуры в земной коре под влиянием засоления понижаются на 1-2 градуса и даже на 4-5 градусов
Поверхностные водотоки	Изменяют температурный режим горных пород в сторону повышения температур.
Морские побережья	На побережьях северных морей этот режим обусловлен взаимодействием подземных вод с минерализованной морской водой. Морская вода, температура замерзания которой ниже 0, остается зимой жидкой и при отрицательной температуре, циркулируя по трещинам в вечномерзлой толще. Летом же морская вода с положительной температурой, проникая в вечномерзлую толщу, утепляет ее. Динамика солевого состава вод, периодическое выпадение солей и их растворение, сопровождающее выделением и поглощением тепла, также влияют на тепловой режим горных пород. Вследствие этого отклонения температур верхних горизонтов вечномерзлой толщи от типичных на морских побережьях могут достигать значительных величин
Подземные воды	Быстро циркулирующие грунтовые воды сильно отепляют вечномерзлую толщу и часть являются причиной ее уничтожения.
Геохимические процессы	В земной коре геохимические процессы могут приводить к повышению температуры вечномерзлой толщи.

Из выше сказанного можно сделать вывод, что современный суровый климат на территории Якутии благоприятствует сохранению и развитию многолетней мерзлоты (подземного оледенения). Почти вся территория покрыта малопрерывистой (практически непрерывистой) мерзлотой. Мощность мерзлого грунта достигает 200-600м. Мощность деятельного слоя определяется экспозицией склонов, растительностью, местными гидрологическими и климатическими условиями.

Основным фактором, определяющим площадь распространения и конфигурацию мерзлых толщ, является вертикальная геокриологическая зональность, когда с абсолютной отметки поверхности 950-1000 м развита зона сплошного развития мерзлоты, перекрываемая лишь инфильтрационными таликами в отдельных зонах повышенной трещиноватости (табл.).

Мерзлота влияет на многие компоненты природы. Она служит своеобразным водоупором, поэтому влияет на сток и рельеф: усиливает сезонность поверхностного и подземного стока, затрудняет глубинную эрозию и способствует боковой в пределах деятельного слоя, замедляет карстовые процессы и благоприятствует развитию криогенных форм рельефа на всем пространстве района. Мерзлота обуславливает формирование особого типа почв - мерзлотно-таежных. Она существенно сказывается на пространственной дифференциации природы, на структуре и функционировании ПТК. С мерзлотой связано возникновение специфических природных комплексов.

Мерзлота влияет на хозяйственную деятельность населения, осложняя освоение территории. При капитальном строительстве необходимо учитывать возможность протаивания мерзлоты и вспучивания грунтов под строительными объектами и при нарушении растительного покрова в процессе строительных работ. Это заставляет проводить дополнительные работы (например, строительство домов на сваях), что удорожает и замедляет строительство. Мерзлота затрудняет водоснабжение населенных пунктов и промышленных предприятий, требует тепловых мелиораций при сельскохозяйственном освоении территории.

Литература

1. Ершов Э.Д. общая геокриология.– М: Московский университет, 2002.
2. Ершов Э.Д. Геокриология СССР. Средняя Сибирь. – М: Недра, 1989.
3. Отчет об инженерно-геологических изысканиях на объекте: «Проект вскрытия участка первоочередной обработки Эльгинского месторождения в пределах Северо-западного участка» – Нерюнгри., 2009.

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ ДЕФОРМАЦИОННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ГРУНТОВ ДЛЯ
НЕРЮНГРИНСКОГО РАЙОНА (ЯКУТИЯ).****О.Ф. Сучкова****Научный руководитель доцент Л.А. Строкова
Национальный исследовательский Томский политехнический университет,
г. Томск, Россия**

«Природу и значение неопределенностей, вытекающих из интерпретации (обработки) результатов исследований грунтов, существенно определяет геологическая история участка» – так выражается главный принцип грунтоведения (генетический подход), по словам Терцаги К. [4].

Проблемы регионального грунтоведения решались и, впоследствии, были сформированы и классифицированы по определенным принципам и показателям (например, проблемы – генезиса, лессовых грунтов, инженерно-геологическая классификации грунтов, картографирование, оценка сейсмичности, геоэкологический анализ территории). Но следует сказать, что характер и количество проблем в разных регионах, безусловно, различны.

В связи с этим, целью настоящей работы является разработка региональной таблицы деформационных характеристик грунтов, на основе исследования корреляционных связей между показателями физико-механических свойств наиболее характерных геолого-генетических комплексов пород исследуемого региона [1].

Определение величины модуля общей деформации возможно с помощью различных методов испытаний грунтов в лабораторных или полевых условиях. Каждый из таких методов имеет как ряд своих преимуществ, так и недостатков. Основными из недостатков являются: громоздкость оборудования, длительность и трудоёмкость проведения, например, штамповых испытаний; технические трудности, связанные с отбором монолитов из скважин для проведения компрессионных испытаний. Одним из немногих методов полевых испытаний грунтов, позволяющим избежать указанных проблем, является метод статического зондирования. Однако в настоящее время его применение ограничено.

Для работы были использованы фактические материалы, полученные в ходе производственной практики в ООО «Нерюнгростройизыскания». Территория исследования находится на Алданском нагорье, в юго-восточной окраине, в пределах Токинской впадины. В геологическом отношении на участке развиты отложения нерюнгриканской свиты. В основании свиты залегает пачка крупно- и среднезернистых песчаников мощностью 50-70м с маломощными прослоями и линзами мелко-валунных конгломератов и гравелитов. Средняя часть свиты мощностью 65-90м сложена серыми и темно-серыми песчаниками, часто переслаивающимися с маломощными прослоями алевролитов и пластов и пропластков угля. Верхняя часть свиты мощностью около 90м сложена переслаивающимися пачками крупно- и среднезернистых песчаников серого цвета, к которым приурочены угольные пласты. Четвертичные отложения пользуются повсеместным развитием. Они представлены генетическими разновидностями: ледниковыми, водно-ледниковыми, аллювиальными, озерными, болотными, делювиальными и элювиальными отложениями [5].

Грунтовые воды, на период изысканий, не встречены. Территория района попадает в зону массивно-островного распространения вечномёрзлых пород и на всей площади района повсеместно развита многолетняя мерзлота. На участках развития ледниковых отложений местность, как правило, заболочена. Сезонное протаивание пород начинается в мае и кончается в октябре-декабре. Из криогенных явлений по руслам водотоков наблюдаются зимой наледи [5]. Глубина сезонного оттаивания до 2м и более отмечается на открытых поверхностях и склонах южной экспозиции. На заболоченных участках с моховой растительностью глубина сезонного оттаивания - 0,3-0,7м. Нижняя граница многолетнемерзлой толщи обычно проходит почти горизонтально, приподнимаясь над относительно крупными, глубоко врезаемыми водотоками, воздымаясь в отдельных тектонических зонах почти до дневной поверхности. Этим определяется значительная мощность мерзлых пород в пределах изученного участка, растущая с возрастанием абсолютных отметок. Глубина криолитозоны оценивается величиной порядка 200м. Температура грунтов на глубине годовых нулевых амплитуд равна минус 0,3°C. Нормативная глубина сезонного оттаивания, составляет -4,0м и является сливающейся на участке.[5]

Для работы были использованы сопряжённые определения физико-механических свойств грунтов в лабораторных и полевых условиях. Используя эти данные можно разработать региональную таблицу по исследуемому участку для модуля деформации.

Таблицы характеристик грунтов следует разрабатывать для наиболее характерных геолого-генетических комплексов пород данного региона на основе исследования корреляционных связей между физическими характеристиками. Для исследования влияния на свойства грунтов их геологического происхождения (генезиса) в статистическую совокупность, предназначенную для обработки, мы включили опытные данные, относящиеся к грунтам одного и того же происхождения (табл.1).

Используемые данные по скважинам, были получены в ходе бурения скважин глубиной до 3,0-10,0м самоходной буровой установкой УРБ-2А-2 "всухую" и с продувкой сжатым воздухом, с отбором проб грунтов для определения физико-механических свойств. Диаметр и глубина бурения определялись программой на производство работ с учетом фактических условий залегания грунтов. Для испытаний грунтов штампами в интервале 2.0-5.0м проводилась проходка трех шурфов сечением 2м² в объеме 5,5м [2].

Для определения показателей деформационных свойств крупнообломочных четвертичных отложений проводились полевые испытания мёрзлых грунтов штампом площадью 2500 см² удельным давлением до 0,5 МПа

на глубинах от 2 до 5 м (ГОСТ 20276-99). Проведено по три испытания грунтов штампом для каждого характерного инженерно-геологического элемента [3].

Таблица 1

Характеристика физико-механических свойств грунтов Нерюнгринского района

Происхождение и возраст грунтов	Наименование грунтов	Степень влажности S_r , д.е.	Влажность W , %	Плотность			Коэффициент пористости e , д.е.	Модуль деформации грунтов E , МПа	
				частиц грунта ρ_s , кг/м ³	природной влажности и ρ , кг/м ³	скелета грунта ρ_d , кг/м ³			
Четвертичные отложения	Элювиально-делювиальные	Щебенистый грунт	0,90	0,18	2,63	2,03	1,72	0,53	17,40
			0,88	0,14	2,70	2,15	1,89	0,43	24,70
			0,84	0,12	2,71	2,19	1,96	0,39	26,10
			0,84	0,16	2,63	2,03	1,75	0,50	22,70
Верхнеюрские отложения нерюнгриканской свиты	Песчаник "рухляк"	0,63	0,11	2,67	2,02	1,82	0,47	19,20	
		0,88	0,16	2,70	2,10	1,81	0,49	21,30	
		0,41	0,04	2,71	2,23	2,14	0,26	34,60	
		0,93	0,14	2,65	2,16	1,89	0,40	27,50	
		0,38	0,04	2,71	2,19	2,11	0,29	25,70	
		0,90	0,15	2,77	2,18	1,90	0,46	25,70	

Таблицу нормативных значений модуля деформации следует разрабатывать на основе полевых испытаний грунтов штампом. Для исключения действия большого числа факторов, влияющих на деформационные свойства грунта, и упрощения корреляционных исследований, будем составлять их по номенклатурным видам крупнообломочных, песчаных и глинистых грунтов, т.е. по более дробным совокупностям [4].

Проведем построение точечных графиков зависимости между физическими характеристиками и модулем деформации грунтов. На основе корреляционных исследований были установлены физические характеристики, наиболее влияющие на деформационные показатели грунтов (табл. 2), и уравнения взаимосвязи.

Наиболее тесные связи деформационных показателей E (по опыту составления графиков) получаются, как для щебенистого грунта, так и для песчаника сильно выветрелого: с такими физическими показателями, как степень влажности S_r и коэффициент пористости e .

По уравнениям регрессии, полученным в результате корреляционного анализа, вычисляют нормативные значения средин заранее установленных интервалов величин физических характеристик, выбранных в качестве входов в таблицу.

Таблица 2

Нормативные значения модуля деформации грунтов Нерюнгринского района

Происхождение и возраст грунтов	Наименование грунтов	Степень влажности S_r , д.е.	Модуль деформации грунтов E , МПа, при коэффициенте пористости e , д.е.							
			0,35	0,45	0,55	0,65	0,75	0,85	0,95	
четвертичные отложения	элювиально-делювиальные	щебенистый грунт	0,80	29	23	18	13	7	2	-
			0,85	28	22	17	12	6	-	-
			0,90	25	19	15	9	4	-	-
			0,95	21	15	11	5	-	-	-
Верхнеюрские отложения нерюнгриканской свиты	песчаник "рухляк"	0,40	28	23	19	15	10	6	1	
		0,50	27	22	18	14	9	5	-	
		0,60	26	21	17	13	8	4	-	
		0,70	26	21	17	13	8	4	-	
		0,80	25	20	16	12	7	3	-	
		0,90	24	19	15	11	6	2	-	

Из этого можно сделать вывод о том, что анализ корреляционных зависимостей между физическими и деформационными свойствами грунтов является надежным методом прогноза и может быть использован при установлении характеристик деформируемости грунтов при невозможности получения этих характеристик прямыми определениями.

Литература:

1. Бондарик Г.К., Комаров И.С., Ферронский В.И. Полевые методы инженерно-геологических исследований. – М.:Недра, 1967. – 372 с.
2. Дудлер И.В. Комплексные исследования грунтов полевыми методами. – М.: Стройиздат, 1979.
3. Ломтадзе В.Д. Инженерная геология. Инженерная геодинамика. – Л.: Недра, 1977. – 479 с.
4. Рязченко Т.Г. Региональное грунтоведение (Восточная Сибирь). – Иркутск: ИЗК СО РАН, 2010. – 287 с.
5. Отчет об инженерно-геологических изысканиях на объекте: «Проект вскрытия участка первоочередной обработки Эльгинского месторождения в пределах Северо-западного участка». – Нерюнгри, 2009.

ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ УГОЛЬНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ЗАБАЙКАЛЬЯ**И.Г. Трухин**

Научный руководитель доцент Г.П. Сидорова

Забайкальский государственный университет, г. Чита. Россия

В настоящее время ведущим способом разработки угольных месторождений Забайкалья является открытый способ, так как на многих месторождениях угольные пласты характеризуются неглубоким залеганием. И хотя существующий опыт показывает, что разработка угольных месторождений открытым способом при соблюдении соответствующих технических и проектных требований, в частности, осушения, является экономически целесообразной, тем не менее, гидрогеологические условия действующих в настоящее время разрезов являются сложными, что приводит к значительному удорожанию горных работ. Доля затрат в себестоимости угля на осушение карьеров при разработке угольных месторождений Забайкалья достигает 20%.

Все угленосные впадины Забайкалья – межгорные артезианские бассейны, контактирующие в бортовых частях по ограничивающим их разломам с гидрогеологическими массивами, которые являются основными водоносными структурами Забайкалья. Артезианские бассейны приурочены к впадинам, сложенным, в основном, мезозойскими и кайнозойскими осадочными породами, реже – мезозойскими осадочно-вулканогенными образованиями. Наличие глинистых пластов и прослоев в аллювиальных отложениях обеспечивает существование нескольких водоносных горизонтов, воды в которых при определённых условиях приобретают напор.

Подземные воды всех вышеперечисленных структур находятся в тесной гидравлической связи и в совокупности определяют степень и характер обводнённости угольных месторождений Забайкалья. Основными источниками пополнения ресурсов артезианских вод в бассейнах являются атмосферные осадки, поверхностные воды, воды четвертичных отложений, трещинные и трещинно-жильные воды гидрогеологических массивов. Мощность отложений, выполняющих бассейны, иногда достигает сотни метров. В их составе присутствуют невыдержанные в разрезе и площади водопроницаемые породы и относительно водоупорные, что затрудняет выделение отдельных водоносных горизонтов. Поэтому на многих угольных месторождениях они объединяются в водоносные комплексы подугольных, угленосных и надугольных отложений, которые, как правило, имеют гидравлическую связь между собой.

Ещё одной особенностью юго-восточного района Забайкалья является то, что в толще ниже – среднечетвертичных отложений существует сеть погребённых палеорусел, прорезающих её и врезанных в нижнемеловые породы на глубину до 10 м, заполненных более промытыми верхнеплейстоценовыми осадками. Обладая более высокими фильтрационными свойствами, чем вмещающие породы, они служат коллекторами, по которым движется основная часть грунтового потока.

В юго-восточных районах Забайкалья наблюдается закономерность повышения фильтрационных свойств рыхлых четвертичных отложений в долинах рек и крупных падах от бортов к их средним частям. Это объясняется трансгрессией озёр в среднечетвертичную эпоху, когда размывались и переотлагались делювиальные шлейфы у основания склонов, состоящие преимущественно из связных грунтов. Но кроме делювиальных шлейфов размывались и пролювиальные конусы выноса у устьев падей и распадков, а также дельты палеорек, впадающих в палеоозёра, поэтому здесь, наоборот, глинистые грунты имеют подчинённое значение, а преобладают песчаные и крупнообломочные отложения.

Для разрезов, разрабатываемых месторождения, в обводнении которых принимают участие воды продуктивной толщи, четвертичных отложений и вод поверхностного водотока, характерны максимальные водопритоки. Так, на Тарбагатайском месторождении по расчётным данным максимальный водоприток может составлять 18000 м³/час, на Татауровском – 15000 м³/час. На месторождениях, основным источником обводнения которых являются воды продуктивной толщи, ожидаемые притоки к разрезам являются более низкими: от 125 м³/час на Эландинском месторождении до 3000 на Уртуйском.

Для систематизации материалов гидрогеологических исследований и правильной их оценки необходима гидрогеологическая типизация угольных месторождений. Положив в основу оценки степени обводнённости месторождения максимальный суммарный водоприток в карьер, можно разделить все угольные месторождения Забайкалья на 4 группы: весьма обводнённые (более 1000 м³/час), обводнённые (от 300 до 1000 м³/час), умеренно обводнённые (от 100 до 300 м³/час), слабо обводнённые (до 100 м³/час). (табл.1,2)

Также разработана классификация буроугольных месторождений по характеру и источникам водопритоков, учитывающая выявленные особенности и отличительные признаки и позволяющая на стадии корректировки рабочих проектов отработки обводнённых буроугольных месторождений применять те или иные способы повышения производительности горно-выемочного и транспортного оборудования в обводнённых условиях.

Наиболее эффективным средством водопонижения при отработке месторождений угля открытым способом являются системы водопонижительных скважин. Но при решении задачи осушения верхних горизонтов, сложенных породами четвертичного возраста, необходимо учитывать фильтрационные свойства пород всех представленных литологических разностей с учётом их мощностей на каждом борту разреза. Исходя из всего вышеперечисленного, следует выбирать способы осушения бортов.

Таблица 1

Классификация бурогольных месторождений Забайкалья по обводненности (Трухин И.Г.)

Месторождение	Суммарный приток воды (Q), м ³ /час (+) Дебиты скв	Коэффициент фильтрации горных пород (K), м/сут	Тип месторождения по обводненности
Тарбагатайское Q	900 (+)	18 – 95	обводненные
Татауровское	1840 (+)	34(Q); 2,3(уг); 9 – 44(K1)	весьма обводненные
Красночикойское	363, в т. ч. Q – 224 (+)	68 – 120 (Q); 1 – 4 (J – K)	обводненные
Зашуланское	919 (+)	35(Q); 3(уг)	обводненные
Харанорское	214 – 677 (+)		обводненные
Ургуйское	3000(+)	29,9(Q); 3,8 (надуг K); 3 – 6(подуг)	весьма обводненные
Южно – Аргунский угленосный район 1)Кутинское	914 – макс.(+)	0,7 – 4,4	обводненные
2)Приозёрное		9,6 – 15(Q); 21,4(K); 1,2(уг)	обводненные
3)Пограничное		12,3(Q); 1,5(уг)	обводненные

Таблица 2

Классификация бурогольных месторождений Забайкалья по характеру водопритоков и источникам питания (Трухин И.Г.)

Тип месторождения	Основные источники водопритоков	Характер водопритоков	Коэффициент водообильности, м ³ /т
Слабо обводненные	Подземные воды, атмосферные осадки	Незначительные сезонные колебания	до 5
Средней степени обводненности	Паводковые и ливневые воды	Сезонный	5 – 15
Сильно обводненные	Напорные подземные воды, обратная инфильтрация	Стабильно высокий независимо от времени года	Свыше 15

Литература

1. Гидрогеология СССР / под общ. ред. А.В. Сидоренко. – М.: Недра, 1969. – Т. XXI Читинская область. – 444 с.
2. Степанов В.М. Гидрогеологические структуры Забайкалья. / В.М. Степанов. – М.: Недра 1980. – 177 с.

О ПРОГНОЗЕ ЭКЗОГЕННО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ МЕТОДОМ ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ АНАЛОГИЙ

А.С. Ушаков

Научный руководитель профессор В.В. Пендин

Российский государственный геологоразведочный университет им. Серго Орджоникидзе, г. Москва, Россия

Одним из основных методов прогноза экзогенных геологических процессов является метод инженерно-геологических аналогий. Он основывается на прямых и косвенных аналогиях. Прямой аналог – значит, абсолютно идентичный объект. Но таких объектов в природных системах практически не существует, поэтому разработаны критерии подобия. Они могут быть геоморфологическими, гидрогеологическими, литологическими.

Суть метода прямых инженерно-геологических аналогий – это перенос информации с аналога на объект (в данном случае процесс) исследования. Используя этот метод, важно доказать подобие аналога и объекта изучения. Значительным недостатком является небольшое количество аналогов, которые можно использовать для прогноза, а также невозможность прогнозирования на длительный срок.

Метод косвенных инженерно-геологических аналогий используют только тогда, когда невозможно использовать прямые аналоги. Например, когда встала задача прогноза переработки берегов равнинных водохранилищ на европейской части бывшего СССР, подобных объектов в мире практически не существовало. Поэтому для прогнозирования пришлось использовать косвенные инженерно-геологические аналогии. Этими косвенными аналогами явились данные по абразии морских берегов. Это привело к тому, что прогнозные расчеты размыва берегов Днепровских и Волжских водохранилищ дали заниженные оценки по сравнению с

натурными данными. При дальнейших исследованиях такие прогнозы корректировались специальными поправочными коэффициентами, которые были получены из фактических данных о скорости переработки берегов. Одним из главных требований при работе с этим методом является подробный анализ тех различий, которые существуют между используемым в качестве аналога объекта и объектом исследования. Важнейшая задача – это обязательный учет всех найденных различий при выдаче окончательного прогноза.

При прогнозировании экзогенных геологических процессов методом инженерно-геологических аналогий важно использовать такие понятия, как изоморфизм и изомерность инженерно-геологических условий. Изоморфными в инженерно-геологическом отношении являются объемы литосферы с взаимно однозначным соответствием свойств, рассматриваемых в качестве критериев выделения таких объемов. Т.е. изоморфными являются объекты, у которых свойства и структура литосферы полностью идентичны.

Например, $X_1, X_2, X_3, \dots, X_{n-1}, X_n$ – свойства первого объекта изучения, а $Y_1, Y_2, Y_3, \dots, Y_{n-1}, Y_n$ – второго. Изоморфными они будут только в том случае, если

. Значение понятия изоморфизма заключается в том, что если при сравнении двух объектов исследования выяснилось, что они изоморфны в инженерно-геологическом отношении, а один из них нужно изучить и сделать прогноз, например, развития экзогенного геологического процесса, то его изучение и прогноз поведения можно выполнить на основе уже изученного второго процесса.

Понятие изоморфизм является частным случаем более общего понятия – изомерности. Изоморфные объекты всегда изомерны. Изомерность говорит о том, что одинаковые, в конкретном контексте, объекты изучения вполне могут различаться по отдельным инженерно-геологическим признакам. Примером изомерности может служить следующая ситуация. Одна из областей слабо расчленена, недренирована и сильно заозерена и заболочена. Для другой области характерны значительное расчленение рельефа и, как следствие, отсутствие заболоченных участков. Если рассматривать эти области с точки зрения прокладки трубопроводов, то при освоении первой из них требуется выполнить следующий комплекс инженерных и инженерно-мелиоративных мероприятий: устройство железных дорог; организация стока с применением поверхностных сточных лотков и канав; мерзлотных валиков; вертикальных дренажей; балластировка трубопроводов и т.п. Во второй области необходимы другие мероприятия: строительство мостов, виадуков, организация противоэрозионных мер и др. С экономической точки зрения подобные мероприятия могут оказаться равнозначными. В этом проявляется изомерность таких областей. Однако по отдельным компонентам инженерно-геологических условий рассматриваемые области существенно различаются и поэтому неизоморфны. Примерами изомерности могут служить также берега водохранилищ, сложенные разными породами и имеющие разную высоту, но одинаковую величину переработки, грунты различного минерального и гранулометрического состава, дающие одинаковую осадку под нагрузкой; различные в инженерно-геологическом отношении участки, требующие одного объема изысканий и т.д.

Таким образом, изомерность двух объектов, характеризующихся свойствами $X_1, X_2, X_3, \dots, X_{n-1}, X_n$ и $Y_1, Y_2, Y_3, \dots, Y_{n-1}, Y_n$ в отличие от изоморфизма, заключается не в полной идентичности свойств двух изучаемых объектов, а в одинаковой или равной их оценке в конкретном рассматриваемом случае, т.е. два объекта одинаковы по эмерджентным свойствам. Аналитически вышесказанное можно записать так: $\Pi_{цх} = (X_1, X_2, X_3, \dots, X_{n-1}, X_n)$; $\Pi_{цy} = (Y_1, Y_2, Y_3, \dots, Y_{n-1}, Y_n)$, где $\Pi_{ц}$ – целевой предикат, т.е. некоторая величина, которая отражает целевую направленность. Если $\Pi_{цх} \approx \Pi_{цy}$, то объекты изомерны.

Величины целевого предиката можно получить только на основании анализа взаимодействий различных природных и техногенных сфер с приповерхностной областью литосферы. Изомерность двух объектов в конкретном случае можно выявить на основе комплексной количественной оценки инженерно-геологических условий. Так как некоторые объекты изомерны, то каждому из них можно присвоить определенный ранг, т.е. изучаемые процессы можно ранжировать. Количественной мерой оценки инженерно-геологических условий в данном варианте являются те или иные интегральные характеристики. Они и являются теми активными идеальными посредниками между математическими средствами и геологическими результатами исследований, без которых немислимо эффективное использование математических методов в инженерной геологии. Определение «посредник» здесь подчеркивается связующая роль интегральной характеристики, а словом «активный» – свойство, обеспечивающее переход от идеальных конструкций к реальной геологической ситуации.

Можно привести практический пример использования изомерности инженерно-геологических условий. Были выбраны два участка газопровода-коллектора месторождения «Медвежье» и участок магистрального газопровода Уренгой – Надым. Эти два участка находятся в различных природных и геокриологических условиях, на них по разному развиты экзогенно-геологические процессы. Но, однако, проведя комплексный количественный анализ инженерно-геологической информации, видно, что после прокладки и начала эксплуатации газопровода на обоих участках одинаково резко интенсифицировался процесс заболачивания, связанный с деградацией вечномерзлых грунтов и отепляющим действием трубы, а также эрозионный процесс, связанный с нарушением поверхностного слоя и последующим выносом мелкозема, образовавшимся при оттаивании мерзлого грунта водами. В этом и проявляется понятие изомерности инженерно-геологических условий. На основе комплексного количественного анализа инженерно-геологической информации, собранной при обследовании трасс газопроводов, были созданные прогнозные математические модели, на основе которых появилась с достаточной точностью прогнозировать изменение лито-технической системы в процессе ее функционирования и развитие экзогенно-геологических процессов.

Таким образом, использование понятий изоморфизма и изомерности позволяет существенно упростить изучение и прогноз инженерно-геологических объектов, дать предварительное заключение о поведении объекта,

а также ранжировать инженерно-геологические объекты. Но самое главное – введение и использование понятий изоморфизма помогает значимо расширить границы применения метода инженерно-геологических аналогий для прогнозирования экзогенных геологических процессов.

Литература

1. Бондарик Г.К., Ярл Л.А. Инженерно-геологические изыскания. - М.: Университет, 2007. – 424 с.
2. Пендин В.В. Комплексный количественный анализ в инженерной геологии, 2009. – 350 с.

ОЦЕНКА И ПРОГНОЗ ОСЕДАНИЯ ЗЕМНОЙ ПОВЕРХНОСТИ В РЕЗУЛЬТАТЕ ИЗВЛЕЧЕНИЯ ПОДЗЕМНЫХ ВОД В ГОРОДЕ ХАНОЙ (ВЬЕТНАМ)

Фи Хонг Тхинь

Научный руководитель доцент Л.А. Строкова

Национальный исследовательский Томский политехнический университет,
г. Томск, Россия

Для предварительной оценки и анализа оседания поверхности на территории г. Ханой, связанного с интенсивным забором подземных вод, были использованы TZR-программа, сочетающая двухмерную модель движения подземных вод и одномерную модель консолидации на базе метода конечных элементов [1] (Giao, 1997).

Специфической особенностью разреза территории Ханоя является наличие мощной толщи четвертичных отложений различного генезиса и возраста (от плейстоцена до позднего голоцена), характеризующихся различным гранулометрическим составом – от галечников до тяжелых глин. В разрезе четвертичных отложений выделяют пять свит, различающихся по возрасту и генезису (снизу вверх): ранний плейстоцен – аллювиальные отложения (свита Лэчи – *alc*), представлены гальками, гравием, с включением линз песков, супесей или суглинков, мощность 3...25 м; средне-поздний плейстоцен – аллювиальные и аллювиально-пролювиальные отложения (свита Ханой – *a,apII-III¹hn*), сложены гальками, гравием и песками, местами суглинками и супесями, развитыми в верхней части разреза, мощность 10...34 м; поздний плейстоцен – аллювиальные, озерные и озерно-болотные отложения (свита Виньфук – *a,l,lbIII²vp_{1,2,3}*), имеют определенные закономерности перехода от песков в нижней части разреза к суглинкам и глинам в верхней, местами прослеживаются суглинки с органическими остатками, мощность 6...38 м; ранний и средний голоцен – озерно-болотные, морские и болотные отложения (свита Хайхынг – *lb,m,bIV¹⁻²hh_{1,2,3}*), относятся к специфическим слабым водоносным грунтам в Ханое и представлены суглинками и глинами с органическими остатками в основании разреза, постепенно сменяющимися морскими глинами синего цвета, мощность 1...20 м; поздний голоцен – аллювиальные и аллювиально-озерно-болотные отложения (свита Тхайбинь – *a,albIV³tb_{1,2}*), имеют широкое распространение и характеризуются постепенным переходом от песков к супесям и суглинкам, местами с включениями органических остатков, мощность 1...26 м.

В пределах глубины градостроительного освоения г. Ханоя зафиксировано наличие двух водоносных горизонтов. Повсеместное распространение в городе имеет плейстоценовый слабонапорный водоносный горизонт (*qp*), водовмещающими породами которого являются крупнообломочные образования (галька и гравий) и пески (*alc*, *a,apII-III¹hm* и *aIII²vp₁*). Коэффициент водопроницаемости горизонта составляет от 50 до 2300 м²/сут, коэффициент фильтрации грунтов горизонта – от 20 до 68 м/сут.

В верхней части разреза современных аллювиальных отложений (*aIV³tb_{1,2}*), представленных водоносными песками, местами с гравием, прослеживается голоценовый водоносный горизонт (*qh*). Коэффициент водопроницаемости изменяется от 20 до 790 м²/сут, чаще – 200...400 м²/сут. Положение статического уровня водоносного горизонта зависит от интенсивности атмосферных осадков и уровня воды в р. Красной и изменяется в пределах 1...5 м в течение года.

По данным гидрогеологической службы г. Ханоя [8] в городе действуют три основные формы водозабора подземных вод: общественные, промышленных предприятий и частные.

Общая добыча подземных вод в 2008 г. составила 930 704 м³/сут. В дальнейшем суточный расход воды увеличится до 950000 – 1050000 м³/сут к 2015 г. и до 1180000 – 1250000 м³/сут к 2020 г. Большая часть воды забирается из плейстоценового водоносного горизонта (*qp*).

Мониторинг за оседанием поверхности и снижением уровня грунтовых вод проводится Ханойским институтом строительства и технологий (НИВТ) по 10 наземным станциям [3].

Снижение уровня подземных вод приводит к существенному росту эффективных напряжений, что определяет уплотнение слабых песчано-глинистых пород и деформации земной поверхности, а также развитие дополнительных осадков построенных зданий и подземных сооружений. Максимальные величины оседаний существенно различаются в отдельных районах города. Так, например, на участках Хадинь – 147,7 мм (1994 – 2004 гг.), Фапван – 221,7 мм (1994 – 2004 гг.) и Тханьконг – 372,8 мм (1994 – 2004 гг.), что соответствует величине водопонижения до 5,3 м (1994-2004 гг. – Хадинь), до 4,7 м (1994-2004 гг. – Фапван) и до 10,7 м (1988-2002 гг. – Тханьконг). Величина оседания земной поверхности в большей степени зависит от мощности малолитифицированных сжимаемых озерно-болотных отложений свиты Хайхынг (*lbIV¹⁻²hh₁*). Так, например, мощность слабых грунтов *lbIV¹⁻²hh₁* варьирует от 6 м до 12 м на участке Хадинь, от 8 м до 18 м (Тханьконг) и 6 – 27 м (Фапван).

Длительные и неравномерные осадки характерны для зданий в 4...6 этажей, построенных в 70-80 гг. прошлого века на фундаментах неглубокого заложения, иногда на пирамидальных сваях (до 3,6 м) в жилых микрорайонах города, в которых широко развиты слабые водонасыщенные грунты с органическими остатками свиты Хайхынг ($lbIV^{1-2}hh_1$). Величина осадок зданий варьировала от 100 до 400 мм, в отдельных случаях превышала 1200 мм. В качестве примеров можно привести осадки пятиэтажных панельных зданий, построенных в конце 70-х годов в микрорайонах Куньмай, Жангво, Нгокхань, Танмай, Тханьконг и др. на территории г. Ханоя.

Для выполнения моделирования были собраны данные о составе, строении и свойствах грунтов по 18 скважинам и построено 5 опорных разрезов. В строении разреза по линии Майзич–Хадинь–Фапван принимают участие следующие стратиграфические комплексы: современные техногенные отложения, аллювиальные и аллювиально-озерно-болотные отложения свиты Тхайбинь, озерно-болотные отложения свиты Хайхынг, позднеплейстоценовые аллювиальные, озерные и озерно-болотные отложения свиты Виньфук, средне-позднеплейстоценовые аллювиальные и аллювиально-пролювиальные отложения свиты Ханой.

Высокой и неравномерной сжимаемостью обладают мягкопластичные суглинки и супеси свиты Хайхынг. Мощность этого слоя увеличивается с севера на юг и достигает на станциях Нго Си Лянь – 13 м, Тханьконг – 15 м, Хадинь – 22 м.

Для прогноза оседания поверхности на ближайшие 25 лет были выбраны 2 участка Тханьконг и Хадинь. Для моделирования использовался программный комплекс TZP.

По станции Тханьконг в качестве точки отсчета принят 1986 год, когда стали заметны оседания поверхности. Результаты моделирования показаны на рис. и в табл.

Таблица

Расчетные понижения уровня подземных вод по станции Тханьконг на ближайшие 25 лет, в зависимости от добычи подземных вод, согласно [2]

Время (год)										
1986	1996	2000	2003	2006	2008	2013	2018	2023	2028	2036
Снижение уровня грунтовых вод (м)										
0	8.9	12.46	15.13	17.80	19.58	20.41	21.39	21.92	22.25	22.60

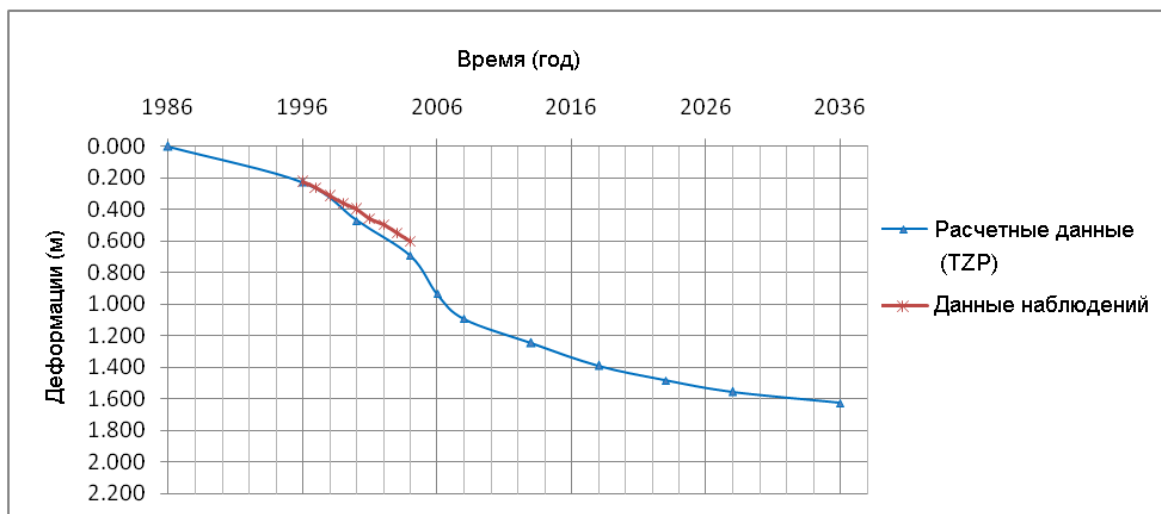


Рис. Оседание земной поверхности по станции Тханьконг

Выполненное моделирование показало, что 96 % от общей величины осадки составляет сжатие мягкопластичных глинистых грунтов. Сравнение расчетных данных с данными натурных наблюдений (рис. 1) показывает, что фактическая скорость оседания на станции Тханьконг меньше расчетной.

На станции Хадинь, ввод водозабора был осуществлен в 1968 г., снижение уровня грунтовых вод в настоящее время составило более 20 м. Сжатие мягкопластичных глинистых грунтов составляет 85,8% от общей величины деформаций. Величина сжатия в этом слое может достигать до 6,2 см на один метр.

Выводы.

1. Выполнено прогнозирование оседания дневной поверхности, вызванного добычей подземных вод в микрорайонах Тханьконг и Хадинь с помощью TZP программы, разработанной [1]. Данные расчетов осадки показали неплохие соответствия с данными мониторинга. Рекомендуется использовать эту методику для прогнозирования осадок поверхности в других районах г. Ханоя. Результаты анализа также показали, что сжатие мягкопластичных глин составляет более 85% от величины осадки.

2. Подземное пространство г. Ханоя представлено сильносжимаемыми грунтами, в т.ч. глинами с органическими включениями, илами, торфами. Извлечение подземных вод в г. Ханое непрерывно увеличивается, особенно в последние 15 лет, с 40 000 м³/сут в 1950 г. до более чем 1 млн. м³/сутки в 2011 г. Уровень грунтовых

вод снизился с 2...4 метров до 14...16 метров ниже поверхности земли. Сочетание этих двух факторов, приводит к значительным осадкам поверхности, вызывая деформации инженерных сооружений и коммуникаций.

3. С целью решения этой проблемы необходимо предпринять еще несколько эффективных действий. Например, устройство новых водозаборов в менее опасных зонах или использование поверхностных вод для водоснабжения города.

Литература

1. Giao, P. H., Phien-wej, N. A. FEM program for land subsidence analysis - VNU Publisher – Hanoi, Vietnam, 2004.
2. Groundwater Extraction Company (2009). Report on prediction of groundwater level in Hanoi. No. 68 Bui Thi Xuan, Hai Ba Trung District, Hanoi.
3. HIBT (2004). General Report on Soil Testing Results at 10 Monitoring Stations. 33D Cat Linh, Dong Da District, Hanoi.

ПРОЧНОСТЬ САРМАТСКИХ ГЛИН

С.А. Чарыкова

Научный руководитель профессор Ю.И. Олянский
**Волгоградский государственный архитектурно-строительный университет,
 г. Волгоград Россия**

Морские отложения сармата широко распространены на юге Русской платформы и залегают полосой от Карпат до Северного Кавказа. Наиболее полно сарматские отложения представлены в Северном Причерноморье, где они сложены преимущественно зелеными, серыми и голубыми глинами с различными оттенками. Глины полиминеральные гидрослюдисто-монтмориллонитовые с прослоями песчаного и пылеватого материала.

Указанные отложения широко используются в междуречье Прут-Днестр, в Крыму и на Северном Кавказе в качестве оснований для инженерных сооружений. С ними так же связаны многочисленные оползневые явления в Центральной и Северной Молдове. Оползневые процессы являются основной инженерно-геологической проблемой для строительства и сельскохозяйственного освоения района Кодр – «эрозионных» гор в Центральной Молдове, где расположены крупные города: Кишинев, Оргеев, Калараш и др. Застройка городских территорий здесь существенно осложнена неустойчивостью склонов.

Изучению сарматских глин в Молдове посвящены работы: Зянгирова Р.С., Аносовой Л.А., Клиновой В.П., Егорова А.Я., Тимофеевой Т.А., Полканова В.П., Монюшко А.М., Олянского Ю.И. и др. Наиболее полные комплексные исследования сарматских глин выполнены Монюшко А.М. и Олянским Ю.И. [2] для четырех регионально-генетических типов глин: средне и верхнесарматских, балтской и кагульской свит.

Среднесарматские отложения наиболее полно представлены в данном регионе. Они повсеместно подстилают лессовые отложения на глубине 0 – 6 м или выходят на поверхность на водоразделах и склонах. Показатели физических свойств глин следующие (средние значения): $W - 0,23$; $W_L - 0,48$; $J_p - 0,24$; $n - 40,5\%$; $\rho_o - 2,00 \text{ г/см}^3$; $K_d - 1,04$; $J_L - -0,01$ [2].

Прочность глин оценивалась по сопротивлению на сдвиг по схеме консолидированного среза (общая прочность), по подготовленной поверхности в состоянии природной влажности и по смоченной поверхности (остаточная прочность). Величина удельного сцепления общего в зависимости от плотности и песчанности глин изменяется от 0,02...0,05 МПа – для пород с числом пластичности 0,18...0,20 до 0,10...0,25 МПа – для пород с числом пластичности свыше 0,28...0,30. Наибольшей величиной общего удельного сцепления (до 0,478 МПа) обладают мергелистые глины с коэффициентом агрегированности (по И.М. Горьковой) более 20, характеризующиеся цементационным типом структурных связей.

Как известно (Маслов, 1968), сопротивление сдвигу выражается трехчленной формулой, в которой присутствует два вида сцепления: за счет коагуляционных (обратимых) контактов между частицами и фазовых (необратимых). Наличие коагуляционной составляющей сцепления обусловлено плотностью и влажностью пород, дисперсностью и гидрофильностью слагающих пород минералов, степенью ориентированности частиц. Второй составляющей общего сцепления является жесткое сцепление, обусловленное необратимыми структурными связями химической природы. Для пород с преобладающими цементационными контактами химической природы последняя составляющая почти полностью определяет общее сцепление, которое слабо зависит от влажности и состава глинистой породы.

Влияние типа структурных связей на величину общего и остаточного сцепления наглядно иллюстрируется следующим примером. Для выборки ($N = 22$) сарматских глин с пластифицированно-коагуляционным типом структурных связей (по классификации И.М. Горьковой) нормативное значение общего сцепления составило 0,120 МПа. Для другой выборки такого же объема, с близкими значениями физических и химико-минералогических характеристик, но со смешанным коагуляционно-цементационным типом структурных связей, нормативное значение удельного сцепления составило 0,165 МПа. Нормативное значение остаточного удельного сцепления для обеих выборок, определенное повторным сдвигом, оказалось одинаковым и составило 0,029 МПа.

Суммарная прочность глинистых пород, определяемая наличием коагуляционных и цементационных типов контактов между грунтовыми частицами, носит название *пиковой* или максимальной, и, как отмечалось выше, является сложной результирующей величиной, определяемой взаимодействием различных физико-

химических, минералогических и структурных факторов. Значение максимальной прочности используются в практике проектирования инженерных сооружений на глинистых грунтах. Для оценки устойчивости оползневых склонов, сложенных глинистыми породами, в которых прослеживаются старые поверхности смещения, целесообразно использовать параметры остаточной прочности $\phi_{ост.}$, определяемой методом повторного сдвига по подготовленной поверхности, что моделирует смещение пород в массиве по трещинам или старым поверхностям скольжения.

Изучалась зависимость остаточной прочности сарматских глин от такого комплексного показателя, отражающего химико-минералогическую характеристику и степень дисперсности пород как число пластичности J_p . Зависимость между остаточным углом внутреннего трения и числом пластичности аппроксимируется прямойлинейной функцией с коэффициентом корреляции $r = 0,77$ (рис.).

$$\phi_{(град)} = 33,69 - 44,07\sqrt{J_p}$$

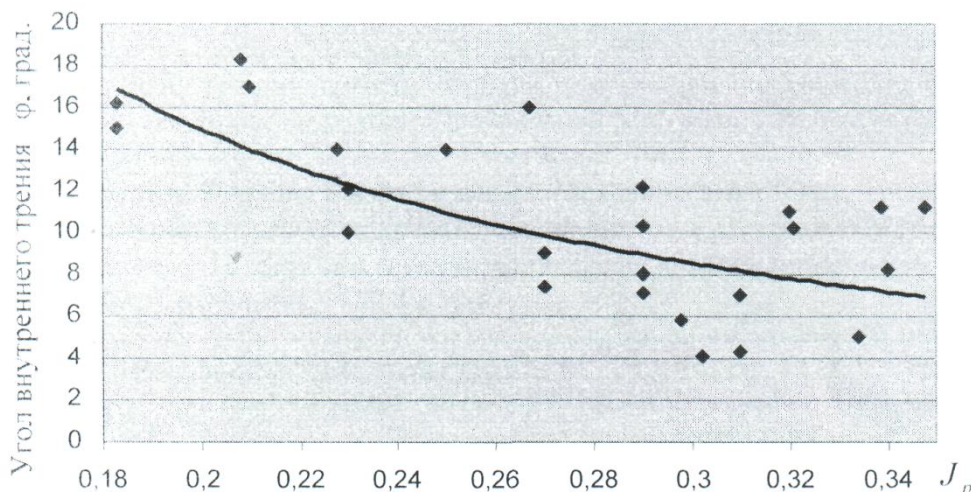


Рис. Зависимость остаточного угла внутреннего трения сарматских глин при увлажнении поверхности

Прогноз угла внутреннего трения при расчете устойчивости склонов, сложенных сарматскими глинами, может осуществляться по этому регрессионному уравнению.

Попытка установить корреляционную зависимость остаточного сцепления с числом пластичности не дала положительных результатов, так как на величину сцепления, помимо степени дисперсности и минерального состава, большое влияние оказывают консистенция и плотность. Таким образом, при одновременном влиянии многих факторов метод парной корреляции зависимости не выявил.

Аналогичные исследования, выполненные в ПНИИСе для среднесарматских глин [1], показали хорошую сходность с нашими данными. Так, минимальное значение остаточного угла внутреннего трения равно 7° (по увлажненной поверхности), соответствует числу пластичности $J_p = 0,32 \dots 0,36$, что совпадает с нашими результатами.

Литература

1. Аносова Л.А. Исследование остаточной прочности глинистых пород / Л.А. Аносова, Р.С. Зиангиров // Исследования инженерно-геологических свойств грунтов. – М.: Стройиздат, 1986. – С. 3-8.
2. Монюшко А.М. Инженерно-геологические особенности сармат-меотических глин Молдовы / А.М. Монюшко, Ю.И. Олянский. – Кишинев: Штеница, 1991. – 172 с.

АНАЛИЗ РАБОТЫ ЦЕНТРАЛЬНОГО ВОДОЗАБОРА ЧИТИНСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ ПОДЗЕМНЫХ ВОД

А.С. Чистохин

Научный руководитель доцент Л.А. Васютин

Забайкальский государственный университет, г. Чита, Россия

Читинское месторождение подземных вод, эксплуатируемое с 60-х годов XX века, является источником хозяйственно-питьевого водоснабжения жителей Читы. Объектом эксплуатации является водоносный комплекс нижнемеловых осадочных отложений Читино-Ингодинского межгорного артезианского бассейна. Основные городские водозаборы – Центральный, Ингодинский, Угданский и Прибрежный, производительность которых изменяется от 5 тыс. м³/сут до 42 тыс. м³/сут (рис.1). Нашей задачей является анализ работы центрального водозабора г.Читы в рамках темы № 01201066651 ЗабГУ (ЧитГУ) «Оценка антропогенных воздействий на

геоэкологические условия урбанизированных территорий южной криолитозоны (на примере г. Читы)». В основу данной работы легли материалы по мониторингу за подземными водами г. Читы, выполненным ГУП «Забайкалгеомониторинг».

Интенсивный отбор подземных вод на крупных водозаборах в конечном итоге может привести, (как на водозаборе «Угданский» Читинского МПВ) к изменению качества воды эксплуатируемых гидрогеологических подразделений за счет подтягивания некондиционных вод. В результате водоотбора, с конца восьмидесятых годов прошлого столетия сформировалась общая депрессионная воронка площадью до 72-93 км² с глубиной залегания динамического уровня до 60-80 м. Кроме понижения уровня при водоотборе на некоторых водозаборах, удаленных от поверхностных водотоков, имеет место подтягивание некондиционных вод из нижележащих водоносных горизонтов, из-за чего качество питьевой воды ухудшается [1]. На Центральном водозаборе в постоянной эксплуатации находится около 20 скважин.

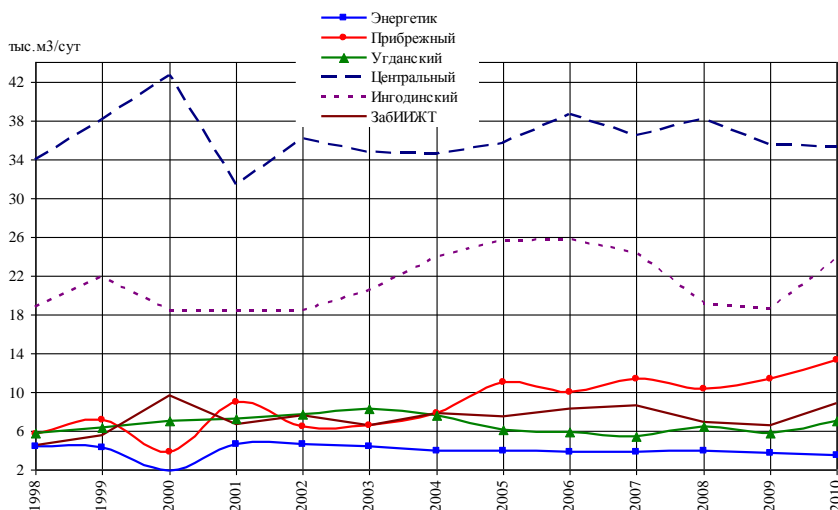


Рис. 1 Величина водоотбора на водозаборах г. Читы в 2005-2010 гг.

На Центральном водозаборе в последние годы водоотбор колеблется в пределах 34-38 тыс. м³/сут. В 2000-2010 гг. наиболее низкие уровни наблюдались в середине мая 2008 г. – 73,67 м. Среднегодовой уровень от 2009 г. оказался на 6,7 м выше, чем в предыдущий год, при том, что водоотбор практически не изменился (35,5 тыс. м³/сут в 2009 г. и 35,3 тыс. м³/сут в 2010 г.), что объясняется лишь ростом количества выпавших осадков (рис. 2). Допустимое понижение на водозаборе – 110 м.

Подземные воды характеризуются сульфатно-гидрокарбонатным магниево-натриево-кальциевым составом, невысокой минерализацией (0,26-0,58 г/дм³), стабильно низкими концентрациями хлоридов (6,3-56,6 мг/дм³), сульфатов (33,9-117,9 мг/дм³), небольшой жесткостью (2,2-5,7 мг-экв/дм³). Проблемы качества воды на Центральном водозаборе связаны с содержанием в воде железа (0,8-5,72 мг/дм³) и марганца (0,17-2,28 мг/дм³). Концентрация железа в эксплуатационных скважинах существенно меняется по площади. Концентрация нитратов незначительная – 0,5-2,0 мг/дм³, нитриты и аммоний появляются в воде периодически в концентрациях, не превышающих 1,1 мг/дм³ [2].

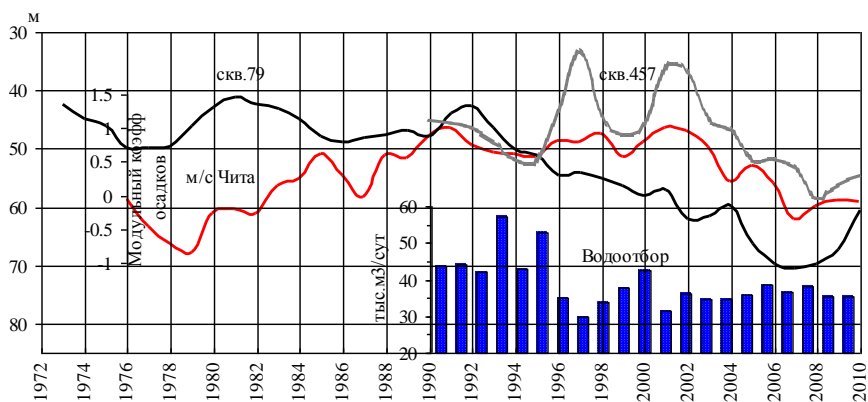


Рис. 2 Изменение среднегодовых уровней на Центральном водозаборе, водоотбора и модульного коэффициента осадков по м/с Чита.

Центральный водозабор находится в черте города, где сосредоточено наибольшее количество источников загрязнения: золоотвал ТЭЦ-1, нефтехранилища, автозаправочные станции, очистные сооружения,

территории промышленных предприятий. Эксплуатационные запасы подземных вод Центрального водозабора г. формируются с участием поверхностных вод р.Читы, которая является источником их восполнения. Поэтому необходимо комплексное изучение влияния антропогенной деятельности на состояние окружающей среды, для прогнозирования загрязнения подземных вод [3]. Загрязнение подземных вод происходит не только непосредственно от техногенного источника загрязнения, но и через другие компоненты окружающей среды: поверхностную гидросферу, атмосферу, литосферу (почвы и породы зоны аэрации).

Литература

1. Васютин Л.А. Исследование влияния антропогенных воздействий на качество питьевых вод урбанизированных территорий (на примере г.Читы). Комплексные проблемы гидрогеологии: тез. докл. науч. конференции. – 27-28 октября 2011 г. – СПб.: С.-Петербург. ун-т, 2011. – С. 39-41.
2. Карпов В.В. Информационный бюллетень о состоянии недр на территории Забайкальского края за 2008 и 2009 гг. – Чита: ГУП «Забайкалгеомониторинг», 2010. – 105с.
3. Шестернев Д.М., Васютин Л.А. Исследование влияния антропогенных воздействий на изменение геологических условий урбанизированных территорий южной криолитозоны (на примере г. Чита) / Вестник Читинского государственного университета (Вестник ЧитГУ) № 6 (73). – Чита: ЧитГУ, 2011. – 117-121 с.

ЭКОЛОГО–ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ЮЖНО–КУЗБАССКОЙ ПРОМЫШЛЕННОЙ ЗОНЫ

О.А. Чудова

Научный руководитель профессор Е.М. Дутова

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет,
г. Томск, Россия*

Актуальность работы. Проблема загрязнения подземных вод в результате деятельности человека на сегодняшний день носит глобальный характер. Ввиду этого остро стоит проблема обеспечения населения питьевой водой высокого качества.

Объектом исследований являются подземные воды Южно–Кузбасской промышленной зоны. По химическому составу воды Кемеровской области пресные, гидрокарбонатные кальциево-натриевые, реже кальциево-магниевые с минерализацией 0,2 – 0,6 г/л. Основное питание осуществляется за счет инфильтрации атмосферных осадков, количество которых изменяется от 275 до 500 мм/год [6].

Цель работы – эколого-гидрогеологическая характеристика подземных вод в условиях активной техногенной нагрузки.

Исходные материалы. В работе использованы данные о результатах мониторинговых исследований на предприятиях топливно-энергетического комплекса Кемеровской области за 2007-2009гг.: Томь-Усинской ГРЭС, Южно-Кузбасской ГРЭС и Кузнецкой ТЭЦ, предоставленные управлением по недропользованию Кемеровской области «Кузбасснедра», а также ОАО «Томскгеомониторинг», где автор проходила производственную практику.

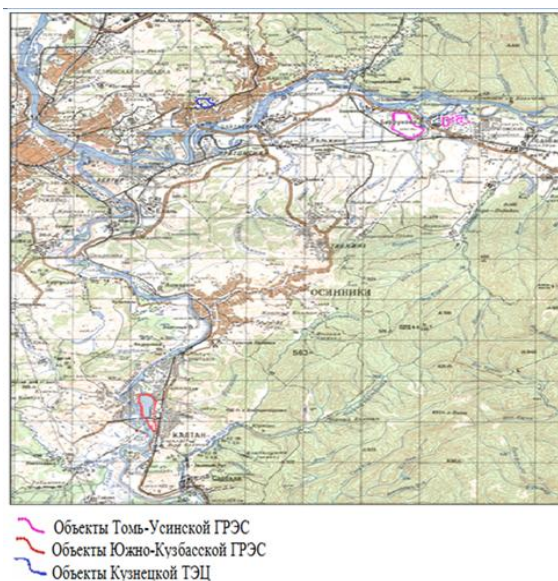


Рис.1 Карта-схема местоположения объектов наблюдения топливно-энергетического комплекса

Методика исследований:

- 1) сбор и обобщение имеющейся геологической, гидрогеологической, гидрогеохимической и экологической информации по Кемеровской области [1,5] в целом;
- 2) обработка результатов мониторинговых исследований на предприятиях топливно-энергетического комплекса южной части Кузбасса;
- 3) оценка качества подземных вод в условиях активной техногенной нагрузки по методике А.П. Белоусовой.

На территории Кемеровской области мониторинг геологической среды (состояния недр) осуществляется на территориальном и объектном уровнях, на последнем он ведется силами самих недропользователей на территориях, где ими осуществляется хозяйственная деятельность. Наблюдения ведутся за уровнями и качественным составом подземных вод, далее производится сбор и анализ информации об их состоянии. Ниже представлена карта-схема местоположения объектов исследования (рис.1).

По имеющимся данным было установлено, что на ТУ ГРЭС за период 2007-2009гг. по наблюдательной сети золоотвалов №1 и №2, в сравнении с содержаниями в фоновых скважинах, отмечено превышение по показателям: азот аммонийный (до 0,89 мг/дм³), общая жесткость (до 8,4 мг-экв/дм³), хлорид-ион (до 14,15 мг/дм³), сульфат-ион (до 445,65 мг/дм³), железо общее (до 8,2 мг/дм³), фторид-ион (до 14,25 мг/дм³), с.о. (до 800 мг/дм³) [3]. В сравнении с нормами, установленными СанПиН 2.1.4.1074-01, по наблюдательной сети золоотвала №1 в грунтовых водах по трем компонентам отмечается стабильное превышение ПДК: железа – 7,5-24,6; нефтепродуктов – 2-6,7 и общей жесткости 1,1-1,6. По наблюдательной сети золоотвала № 2 в грунтовых водах пойменных отложений за период 2007-2009 гг. выявлено увеличение содержания фенолов с 0 до 0,003-0,005 мг/дм³, общей жесткости с 6,5 до 9,9 мг-экв/дм³.

Грунтовые воды загрязнены (мг/дм³) нефтепродуктами 0,01-0,58; железом 0,03-8,2 до 27 ПДК, фтором 0,84-17,7 до 11,8 ПДК. Грунтовые воды фоновой скважины 101 также загрязнены нефтепродуктами 0,2-0,58 и железом 0,23-1,2. Отмечаются повышенные значения общей жесткости (7,75-9,9 мг-экв/дм³). По скважинам 1к, 6 и 8 в 2008-2009 гг. содержания железа в 1,7-27,3 раза 0,53-8,2 – превышают ПДК; фтора – в 1,2-8,3 раза – 1,8-12,4 мг/дм³; нефтепродуктов – в 1-5,3 раза (0,1-0,53 мг/дм³). В фоновой скважине 102 с 2008 г., содержание нефтепродуктов составляет 0,2-0,5; фтора – 0,25-1,42, железа – 0,42-1,6мг/дм³.

Содержание в пробах воды из наблюдательных и фоновых скважин остальных определяемых компонентов (хлориды, сульфаты, медь, фенолы, цинк, ванадий мышьяк, никель) не превышает ПДК.

Два золоотвала Южно-Кузбасской ГРЭС, расположенные в районе п.Малышев Лог и п.Постоянный и в 600-800 м западнее г.Калтан в пределах земельного отвода ЮК ГРЭС, в геоморфологическом отношении занимают часть поймы и первой надпойменной террасы правобережной части долины р.Кондомы в 75-550 м от её русла (рис.1). В районе расположения золоотвалов №1 и №2 распространен водоносный комплекс верхнечетвертичных-современных аллювиальных отложений пойменной и первой надпойменной террас р. Кондомы.

В результате анализа состава подземных вод из гидроотстойника золоотвала № 2 Южно-Кузбасской ГРЭС было установлено, что вода характеризуется как щелочная (рН 7,93-8,03), что способствует накоплению в ней фтора до 2,19-3,8 мг/дм³. Кроме того, в воде отмечаются не типичные для данного региона содержания стронция (до 5,88-6,4 мг/дм³) и бария (0,15-0,29 мг/дм³). Отмечены высокие концентрации лития (до 0,36 мг/дм³ – превышение ПДК в 12 раз) и марганца (до 10,2 мг/л - превышение ПДК в 100 раз). Также отмечается повышенное содержание железа (0,57-1,53), фтора (8,68-15,48), мышьяка (0,035-0,09 мг/дм³). В скважинах-пьезометрах, расположенных севернее золоотвала, отмечается повышенное содержание взвешенных веществ (6,2-13,2 мг/дм³), мутности (1,65-9,92 мг/дм³ при ПДК 1,5 мг/дм³), железа (12,1-34,35 при ПДК 0,3), цветности (10-60⁰ при ПДК 20⁰), аммония (1,19-2,49 при ПДК 2), бария (0,14-0,73 при ПДК 0,1) и марганца (0,1-0,14 мг/дм³ при ПДК 0,1 мг/дм³).

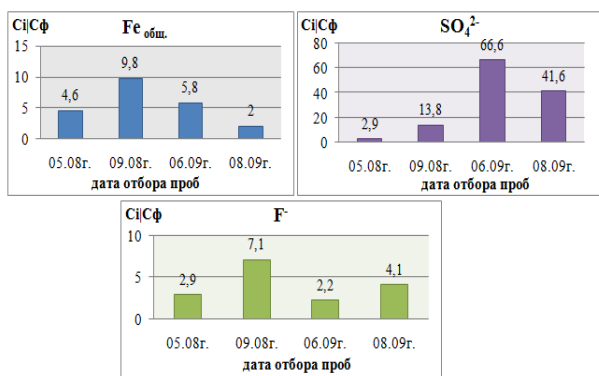


Рис.2 Кратность превышения содержания железа общего, сульфат- и фторид-иона в наблюдательных скважинах золоотвала №1 по отношению к фоновым значениям

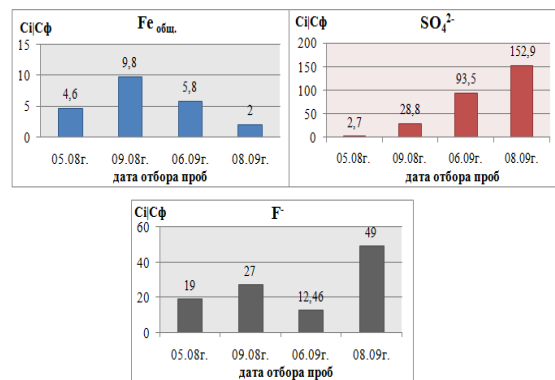


Рис.3 Кратность превышения содержания железа общего, сульфат- и фторид-иона в наблюдательных скважинах золоотвала №2 по отношению к фоновым значениям

Золоотвал Кузнецкой ТЭЦ находится в 2,5 км юго-западнее п. Байдаевка (рис. 1). Золошлаковые отходы ТЭЦ складываются в односекционный золоотвал, расположенный в 1 км от станции в пределах правобережья долины р. Томи на площади ее первой надпойменной террасы. В связи с требованиями контролирурующих органов предприятием была создана сеть контролирующих скважин на галечниковый водоносный горизонт.

Химический состав подземных вод из наблюдательных скважин Кузнецкой ТЭЦ отличается от состава вод, характерных для аллювиальных образований. Здесь проявляется влияние техногенной нагрузки. В первую очередь по таким показателям, как хлор и сульфаты. Величина их соответственно составляет в пределах 45-67 и 120-180 мг/дм³ при фоновых содержаниях 7-20 и 6-15 мг/дм³, т.е. превышает фоновые в 5-10 раз. В то же время концентрация этих веществ не превышает предельно допустимых величин, предусмотренных для питьевых вод нормативными документами. То есть, загрязнение подземных вод лишь проявляется на начальных этапах. Особенностью результатов анализа является относительно низкое (соответствующее фону) содержание в водах из наблюдательных скважин азотистых соединений (нитратов, нитритов, нитрит-аммония) при наличии бытового загрязнения.

Обобщая результаты химических анализов на предприятиях энергетики Южно-Кузбасской промзоны, можно сказать, что преимущественно загрязнению подвержены первые от поверхности водоносные горизонты (в первую очередь горизонт первой и второй надпойменных террас р. Томь). Основными компонентами – загрязнителями подземных вод выступают органические соединения (нефтепродукты, роданиды, цианиды, фенолы, СПАВ и др.). Также характерен рост общего содержания растворенных солей, жесткости вод: ухудшаются органолептические показатели (цветность, мутность, запах, железо, марганец), в десятки и сотни раз увеличиваются концентрации таких компонентов, как фтор, сульфаты, хлориды, аммиак, свинец, алюминий.

Для оценки степени загрязнения подземных вод Южно-Кузбасской промышленной зоны на примере ТУ ГРЭС по методике А.П. Белоусовой [2], с использованием формулы суммы отношений всех загрязняющих веществ одного класса опасности (высоко опасные вещества: F, NH₄⁺, As и NO₂⁻) [4]:

$$\sum C_i/PДК_i = C_1/PДК_1 + C_2/PДК_2 + \dots + C_n/PДК_n.$$

Для фоновой скважины:

$$\sum C_i/PДК_i = C_F/PДК_F + C_{As}/PДК_{As} + C_{NH_4^+}/PДК_{NH_4^+} + C_{NO_2^-}/PДК_{NO_2^-};$$

$$\sum C_i/PДК_i = 0,25/1,5 + 0,0017/0,05 + 0,43/2 + 0,017/0,01 = 2,1.$$

Т.е. состояние устойчивости подземных вод – «слабо неустойчивое». Следовательно, по качеству вода относится к «слабо загрязненной».

Для скважины золоотвала:

$$\sum C_i/PДК_i = C_F/PДК_F + C_{As}/PДК_{As} + C_{NH_4^+}/PДК_{NH_4^+} + C_{NO_2^-}/PДК_{NO_2^-};$$

$$\sum C_i/PДК_i = 14,25/1,5 + 0,0042/0,05 + 0,43/2 + 0,017/0,01 = 11,47.$$

Определили, что вода имеет «неустойчивое» состояние и по качеству относится к «очень загрязненной». Так образование золоотвалов весьма отрицательно отразилось на качестве подземных вод.

Литература

1. Белоусова А.П., Гавич И.К., Лисенков А.Б., Попов Е.В. Экологическая гидрогеология. – М: ИКЦ «Академкнига», 2007. – 397 с.
2. Белоусова А.П. Качество подземных вод. Современные подходы к оценке. – М.: Наука, 2001. – 339 с.
3. Данные результатов мониторинговых исследований на объектах наблюдений, предоставленные управлением по недропользованию по Кемеровской области «Кузбасснедра»
4. Зарубина Р.Ф., Копылова Ю.Г., Зарубин А.Г. Анализ и улучшение качества природных вод. Часть 1. Анализ и оценка качества природных вод. – Томск: Изд-во ТПУ, 2008. – 168с.
5. Соловьев, Л.И. География Кемеровской области. Природа: учебное пособие / Л.И. Соловьев. – Кемерово: ОАО «ИПП «Кузбасс»; ООО «СКИФ», 2006. – С. 265-284.
6. Шварцев С.Л. Гидрогеохимия и зоны гипергенеза – М.: Недра, 1998. – 365с.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДА РЕЛАКСАЦИИ НАПРЯЖЕНИЙ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ДЕФОРМАЦИОННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ГРУНТОВ НА ПРИМЕРЕ Г. САНКТ-ПЕТЕРБУРГА

Е.Г. Шигорина

Научный руководитель доцент Л.А. Строкова

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет,
г. Томск, Россия*

Стандартный способ определения модуля деформации заключается в вертикальном нагружении образца в условиях компрессионного сжатия без возможности его бокового расширения заданной нагрузкой с построением зависимости деформации от времени. Далее по графикам деформация – корень квадратный из времени (метод Тейлора) или деформация – логарифм времени (метод Терцаги) путем известных построений определяют коэффициенты фильтрационной и вторичной консолидации. Основным недостатком данного способа является его высокая продолжительность. Затраты времени на одно испытание могут составлять до нескольких недель. Для того, чтобы получить параметры консолидации для одного и того же грунта, но при другом давлении консолидации, требуется проведение нового испытания. Среди экспериментаторов постоянно осуществлялись попытки ускорения процессов фильтрационной консолидации. Интересным путем решения вопроса ускорения компрессионных испытаний является метод релаксации напряжений (МРН). Суть метода

заключается в принудительном деформировании образца грунта на заданную величину в условиях двухсторонней фильтрации с последующим отслеживанием изменения напряжения и деформации без измерения порового давления [2]. Критерием завершения ступени нагружения (завершения фильтрационной консолидации) является скорость деформации регламентированная ГОСТ 12248-2010 на лабораторные испытания. По конечным точкам ветвей релаксации каждой ступени нагружения строится компрессионная кривая. Модуль деформации определяется в соответствии с ГОСТ 12248-2010.

Метод является развитием направления ускорения компрессионных испытаний за счет повышения градиента напора в поровой жидкости. В начальный момент деформирования большая часть нагрузки передается на поровую воду, создавая высокий градиент напора, направленного из образца, что приводит к ускорению процессов фильтрационной консолидации и испытания в целом.

На рис. 1. представлены графики изменения напряжений при проведении испытания по стандартному методу (рис. 1.а), методу с заданной скоростью перемещений (рис. 1.б) и по методу релаксации напряжений (рис. 1.в). Из них видно, что максимальные значения напора, ускоряющие проведение испытаний достигаются при МРН. При этом на каждой ступени достигается критерий стабилизации, соответствующий ГОСТ 12248-96. При близких скоростях проведения испытаний это является важным преимуществом метода релаксации напряжений.

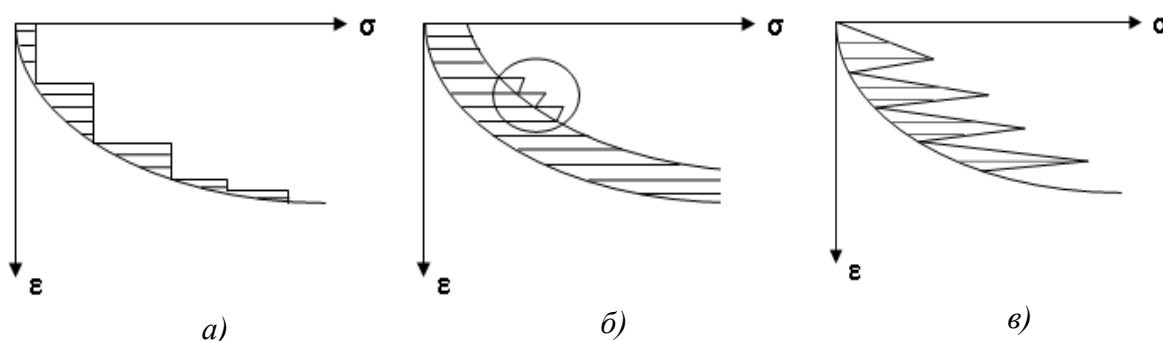


Рис. 1. Траектории изменения полных напряжений при различных видах компрессионных испытаний: а) испытания по ГОСТ 12248 – 96; б) испытания с заданной скоростью деформирования ; в) испытания по методу релаксации напряжений

Метод не требует сложного и дорогого оборудования и может быть легко реализован при наличии жесткой рамы 5-ти тонного динамометра, механического домкрата и индикаторов часового типа. По сравнению со стандартными испытаниями скорость их проведения увеличивается до 10 и более раз, а возможность по созданию нагрузок более чем в 5 раз. Определение модуля деформации по методу релаксации напряжений вначале было многократно опробовано под руководством А.Н. Труфанова в лаборатории «Методов исследования грунтов» НИИОСП им. Н.М.Герсеванова на искусственно сформированных образцах - близнецах грунтов различных разновидностей. Затем метод был опробован на глинистых грунтах природного и нарушенного сложения с сопоставлением результатов, параллельных испытаний по методике ГОСТ 12248-2010 [1]. Поскольку полученные результаты практически ничем не отличались от стандартных испытаний, метод успешно применялся в решении практических задач в течение многих лет.

Целью данной работы явилось определение модуля деформации на площадке строительства Общественно-делового центра «Лахта» в г.Санкт-Петербурге. Основанием высотной части центра в Лахтинской пойме являются вендские суглинки твёрдой консистенции (рис. 2). Для грунтов вендских отложений были проведены испытания грунтов из-под подошвы свай-баретт методом релаксации напряжений в 2011г. во время преддипломной практики в НИИОСП им. Н.М. Герсеванова (рис. 3). По данным инженерно-геологических изысканий для соответствующей глубины залегания нормативное значение модуля деформации составило 120 МПа. Значение модуля деформации определенного по результатам прямых испытаний свай-баретт по разным методам расчета, выполненных лабораторией «Освоения подземного пространства городов» НИИОСП им. Герсеванова составило 120 и 150 МПа. Средний модуль деформации определенный по методу МРН составил 106 МПа, диапазон разброса значений составил 25-210 МПа. Большой разброс значений связан с выраженной слоистой текстурой вендских суглинков. Значения модуля деформации, определенные по испытанию свай-баретт, дают осреднённые значения для массива грунта, и эти значения попадают в диапазон полученных по МРН характеристик. В этот же диапазон попадают и нормативные значения модуля. Более низкие средние значения модуля в сравнении с нормативными можно объяснить тем, что грунт для лабораторных испытаний отбирался после испытаний самих свай-баретт, т.е. был уже нарушен.



Рис. 2. Поперечный разрез монолита вендской глины



Рис. 3. Компрессиометр - релаксометр

Определение коэффициентов фильтрационной и вторичной консолидации вендских глин по результатам обработки результатов испытаний МРН показало схожие результаты с трехосными испытаниями ВНИИГ им. Б.Е.Веденеева. Так коэффициент фильтрационной консолидации по методу МРН составил $0.01 \text{ см}^2/\text{мин}$, попадая в диапазон значений от 0.0089 до 0.0530, полученный по результатам трехосных испытаний вендских глин для данного ИГЭ. При этом он практически совпадает со средним значением коэффициента консолидации, полученного из трехосных испытаний для верхней, дислоцированной зоны вендских отложений. Коэффициент вторичной консолидации по МРН составил 0.0018, что также находится в диапазоне значений 0.00038 – 0.0273, полученный для данного ИГЭ при трехосных испытаниях, независимо проведенных в МГУ и ВНИИГ им. Б.Е. Веденеева.

При высотном строительстве активная зона под сооружением может достигать глубин до 100 м и более. На практике вендские глины с учётом бытового давления на больших глубинах и дополнительной нагрузки от сооружения могут испытывать в два раза большие нагрузки.

Литература

1. ГОСТ 12248-2010. Методы лабораторного определения характеристик прочности и деформируемости. – М.: МНТКС, 2011. – 162 с.
2. Труфанов А.Н. Способ ускоренного лабораторного определения деформационных характеристик грунтов, заявка на Патент Р.Ф. № 2004125637 от 25.08.04.

ГИДРОГЕОХИМИЯ И ГИДРОГЕОЭКОЛОГИЯ ЗЕМЛИ

НОВЫЕ ГОРИЗОНТЫ ГИДРОГЕОЛОГИИ

С.Л. Шварцев, профессор

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

В последнее время активизировался интерес гидрогеологов к будущему своей науки. Так, в апреле 2007 г. в Санкт-Петербургском государственном университете состоялся весьма представительный международный симпозиум гидрогеологов [2]. Тема симпозиума «Будущее гидрогеологии: современные тенденции и перспективы» вызвала большой интерес участников. Обсуждение показало, что перспективы развития этой науки видятся учеными по-разному. Нами был сделан доклад на тему «Прошлое и будущее гидрогеологии. Будут ли извлечены уроки?», который также вызвал активное обсуждение. Начатая на симпозиуме дискуссия продолжается [3, 8, 9].

Понятие «Гидрогеология» было введено в науку, как известно, крупнейшим естествоиспытателем конца XVIII и начала XIX веков Ж.Б. Ламарком (1844–1829 гг.), издавшим в 1802 г. книгу “Hydrogéologie”, в которой он впервые развил представление о геологической деятельности воды, включив сюда различные процессы разрушения и формирования разнообразных типов горных пород посредством воды.

Следовательно, изначально гидрогеология трактовалась как наука о роли воды в становлении окружающего нас геологического мира. К сожалению, развернувшаяся примерно в это время борьба нептонистов, ярким представителем которых был Ж.Б. Ламарк, и плутонистов закончилась поражением первых. Это и привело к тому, что учение о геологической роли воды, как субъекта гидрогеологии, было забыто на многие годы. Гидрогеология, вопреки изначально базовому представлению, превратилась в науку только о подземных водах и долгое время рассматривалась как часть гидрологии, изучающей подземную ветвь климатического круговорота. Так рассматривают гидрогеологию во многих Западных странах и сегодня.

Несоответствие возможностей гидрогеологии и ее содержания особенно четко видел наш великий соотечественник В.И. Вернадский, который в 1931 г. дал нелестную оценку развитию этой науки. Вот что он писал: «Несмотря на то, что природные воды имеют исключительное значение в жизни человека, что они научно изучаются в течение тысячелетий, что для их изучения созданы отдельные научные дисциплины - бальнеология, гидрохимия, океанография, лимнология, гидрология, гидравлика, гидрогеология и т.д. – наши знания о них далеко не отвечают ни их исключительному жизненному значению, ни современному состоянию науки. Это связано в значительной мере с тремя обстоятельствами. Во-первых, связано с тем, что воды научно не охватываются как единое целое, не создано еще единое учение о природных водах, а специалисты в разных науках, их касающихся, работают независимо, часто не зная о работе друг друга; во-вторых, с тем, что минералогия и геохимия природных вод оставлены без внимания; и, в-третьих, с тем, что гидрогеология в подавляющей обычной части своей работы чрезвычайно сузила свои задачи, свела их практически только к выяснению геологического положения вод, их движения и к очень неполному, явно недостаточному, представлению о их химическом составе» (1, с. 648).

Изменилось ли что-нибудь после такой критики? Ведь прошло более 75 лет. Вопрос не праздный и требует анализа состояния гидрогеологии, т. к. это крайне важно для выбора дальнейшего пути ее развития.

Сложилась весьма странная ситуация. Вода, которая является основным компонентом (стихией) нашей планеты и которая обладает удивительными по своей природе особыми свойствами, определяющими ее как совершенно уникальное соединение, по сути дела оказалась оторванной от решения глобальных проблем. Хотя еще В.И. Вернадский показал, что среди всех земных образований вода стоит особняком. «Нет природного тела, которое могло бы сравниться с ней по влиянию на ход основных, самых грандиозных, геологических процессов», [1, с. 20]. Величайшую мысль этого гениального ученого о том, что «вода занимает особое положение и стоит особняком в истории нашей планеты» (с. 20), мы предложили называть *постулатом В.И. Вернадского* [6, с. 354].

Причина сложившегося положения кроется на наш взгляд, как и во времена В.И. Вернадского, в узком понимании гидрогеологии как науки. Идеи этого ученого восприняты недостаточно и не полностью. Подземная вода изучается скорее с позиций практического ее использования и очень мало с позиций важнейшего и наиболее активного компонента окружающего мира, компонента создающего этот мир. Мысли В.И. Вернадского о том, что вода «определяет всю химию земной коры, химические реакции идут, главным образом, в водных растворах, жидких или парообразных, свойства растворов обуславливают, в главной мере генезис вадозных и фреатических минералов, они же определяют среду жизни» [1, с. 19], хорошо известны всем, поскольку они приводятся во многих учебниках и монографиях. Но каков механизм определения всей химии земной коры водой, генезиса вадозных и фреатических минералов, формирования среды жизни, создания самой жизни и т.д., не известен. Но самое печальное, пожалуй состоит в том, что подавляющее большинство исследователей будущее гидрогеологии связывает только с углубленным анализом подземной воды, которая рассматривается как природный ресурс, но нет даже намеков на изучение воды как важнейшего компонента планеты. Так, ведущие гидрогеологи России В.А. Кирюхин и В.М. Швец [3] полагают, что гидрогеология в XXI в. будет развиваться по 12 следующим перспективным направлениям: I – влияние климата, II – четвертичная гидрогеология, III – структурная гидрогеология, IV – геохимия пресных питьевых вод, V – глубинная

гидрогеология, VI – субмаринная гидрогеология, VII – экологическая гидрогеология, VIII – экономическая гидрогеология, IX – нормативно-правовое, X – технологическое, XI – информационное, XII – образовательное.

Думаю, что даже в прикладном аспекте при таком подходе упущены многие перспективные направления развития гидрогеологии. Например, проблемы загрязнения подземных вод, обеспечение населения качественной водой, проблема чистой воды, качества воды, разработка гидрогеохимических методов поисков, новых подходов и методов моделирования, принципиально новых методов поисков и разведки подземных вод и т.д. Как и ранее, гидрогеология рассматривается как сугубо прикладная наука, неспособная решать фундаментальные проблемы не только геологии (формирование месторождений, источники рудообразующих элементов, стадийность минералообразования, миграция элементов, механизмы диагенеза, катагенеза, метаморфизма, взаимодействие оболочек и т.д.) и географии (проблема зональности, глобальный перенос вещества, геохимия ландшафтов, увлажнение, засоление, заболачивание и т.д.), но и всего естествознания (глобальная эволюция, происхождение жизни и др.).

В последние годы нами активно разрабатывается проблема взаимодействия воды с алюмосиликатами, которые составляют основу нашей планеты. В результате установлено, что эта система является уникальной равновесно-неравновесной, способной к самопроизвольному, непрерывному, геологически длительному развитию с образованием принципиально новых вторичных минералов и геохимических типов воды, которые в совокупности формируют гидрогенно-минеральные комплексы. Структура и состав последних с увеличением времени взаимодействия усложняются. При этом основной причиной смены гидрогенно-минеральных комплексов, формирующихся в эволюционном развитии системы вода-порода, выступает дифференциация (перераспределение) химических элементов в водном растворе, обусловленная отличным от растворяемой породы соотношением химических элементов во вновь формируемых вторичных минералах. Иначе говоря, главный механизм, определяющий эволюцию системы вода-порода, скрыт в воде, ее составе и структуре [7]. Именно вода, концентрируя химические элементы, в зависимости от времени взаимодействия формирует тот или иной гидрогенно-минеральный комплекс.

К сожалению, в геологии система вода-порода, как единое целое, не исследуется: одни науки (гидрогеология, гидрогеохимия и др.) изучают воду, другие (литология, минералогия и др.) – твердое вещество. Связь между ними весьма призрачна. Более того, гидрогеология, изучающая подземную гидросферу [4], практически не интересуется составом вторичных минеральных образований – продуктов эволюционного развития системы вода-порода, а литология и минералогия, в свою очередь, не интересуются составом воды, да и в целом гидрогеологией. Само собой, что это странная ситуация, которая, безусловно, не способствует прогрессу геологической науки.

Образовался своеобразный вакуум между водой и теми твердыми фазами, которые она создает. Кто его должен заполнить? На наш взгляд, конечно, гидрогеология, поскольку именно вода оказывается тем компонентом, который определяет ход, масштабы и направление развития системы вода-порода и именно гидрогеология подготовлена к этому наилучшим образом. Именно гидрогеология может и должна закрыть образовавшуюся нишу в изучении воды как важнейшей стихии планеты, в первую очередь подземной воды, которая, находясь постоянно в горных породах и с ними взаимодействуя, обеспечивает непрерывное усложнение состава воды и создает условия для последовательных эволюционных преобразований вещества горных пород, формирования новых вторичных продуктов – косных, биокосных и живых. Гидрогеология как наука о воде, безусловно, будет трансформироваться в науку об эволюции не только геологических, но и биологических систем. У нас имеются серьезные основания считать, что система вода-порода положила начало глобальной эволюции [10]. Поэтому нет сомнений, что исследование гидрогеологией взаимодействия с горными породами, газами, органическим веществом резко расширит ее границы и выведет в число лидирующих среди всех геологических наук. Надеемся, что это произойдет в ближайшие 20–30 лет.

Таким образом, новые горизонты гидрогеологии связаны с расширением объекта ее исследований, а именно механизмов взаимодействия в системе вода-порода-газ-органическое вещество – техногенные продукты, т.е. взаимодействием с любыми косными, биокосными и живыми веществами. Именно такой подход к гидрогеологии наиболее полно соответствует подходам современной науки синергетики [5].

Литература

1. Вернадский В.И. История природных вод. – М.: Наука, 2003. – 751 с.
2. Воронов А.Н. (ред.). Будущее гидрогеологии: современные тенденции и перспективы. – СПб: изд. СПб гос.ун-та, 2008. – 420 с.
3. Кирюхин В.А., Швец В.М. Гидрогеология XXI века – возможные пути развития // Известия ВУЗов. Геология и разведка. – М., 2007. – №6. – С. 56–63.
4. Пиннекер Е.В., Писарский Б.И., Шварцев С.Л., Богданов Г.Я., Борисов В.Н., Караванов К.П. Основы гидрогеологии. Общая гидрогеология. – Новосибирск: Наука, 1980. – 231 с.
5. Пригожин И., Стенгерс И. Порядок из хаоса. Изд. 4^е – М.: изд. УРСС, 2003. – 312 с.
6. Шварцев С.Л. Общая гидрогеология. – М.: Недра, 1996. – 425 с.
7. Шварцев С.Л., Рыженко Б.Н., Алексеев В.А., Дутова Е.М., Кондратьева И.А., Копылова Ю.Г., Лепокурова О.Е. Геологическая эволюция и самоорганизация системы вода-порода. т.2. Система вода-порода в условиях зоны гипергенеза. – Новосибирск: Изд. СО РАН, 2007. – 389 с.
8. Шварцев С.Л. Взаимодействие в системе вода-порода как новая база для развития гидрогеологии // Тихоокеанская геология, 2008. – №6. – С. 5–16.
9. Шварцев С.Л. Будущее гидрогеологии – в резком расширении границ ее исследований // Гидрогеология и карстоведение, 2009. – вып.18. – С. 12–21.
10. Шварцев С.Л. С чего началась глобальная эволюция? // Вестник РАН. – М., 2010. – №3. – С. 235–244.

ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ ВОДЫ ОЗЕРА «ПИОНЕРСКОЕ»

О.И. Азаренко, А.О. Гальцов, Я.В. Каминская

Научный руководитель доцент А.Д. Назаров

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Хакасия богата озерными водоемами и болотами различного генетического типа и геохимии. Озеро Пионерское площадью 0,387–0,497 км² и водным объёмом около 200 тыс. км³ образовалось на молодой сдундированной поверхности Улень-Туимской гранитоидной интрузии в предгорьях Батенёвского кряжа (540,5 абс. м) и располагается в республике Хакасия, в южной части Ширинского района, вблизи центра геологических практик НИИ ТПУ (рис.1), где авторы проходили учебную гидрогеологическую практику, результаты которой положены в основу данной работы.

При проведения гидрогеологических исследований нами были применены следующие методики: методика визуальной и инструментальной маршрутной съёмки, GPS-навигации, анализа химического состава вод и пересчёта данных, расчёта формулы Курлова и классифицировании вод по различным показателям, компьютерной обработки, интерпретации и визуализации фактического материала и др. В ходе маршрута, для измерения показателей воды мы использовали Eh- и pH-метры, спиртовой градусник. После взятия проб проводили химический анализ вод при помощи переносной химической лаборатории (рис.2). Собрав необходимую информацию, обработали полученные данные при помощи компьютерных программ (Excel, Microsoft Word, MathCad).



Рис. 1 Оз. Пионерское



Рис. 2 Переносная химическая лаборатория (ПХЛ)

С помощью GPS навигатора определили длину окружности озера, то есть $2\pi R=2500$ м. Из этого можем рассчитать: $R=2500/2\cdot 3,14=398$ м, тогда площадь $=0,497$ км². При глубине озера в среднем предположительно около $h=4$ метров объем водоема: $V=\pi R^2 h=200$ тыс. м³.

Западное и восточное побережья озера характеризуются щебенистым и блочно-плитным обнажением (до $H=10-50$ м) коренных гранитоидных пород, а южный и северный берега заболочены (шириной 100–300 м) за счёт разгрузки в озеро грунтовых вод.

Для большинства санитарно-химических определений, при наполнении ёмкости для пробы, воду не доливают 1–2 см до пробки. При отборе проб воды употребляют посуду из бесцветного химически стойкого стекла или полиэтилена марок, разрешенных ГСЭУ МЗ РФ для контакта с питьевой водой. Посуда должна быть тщательно вымыта. Перед отбором пробы мы несколько раз ополаскивали посуду исследуемой водой. Для сокращенного химического анализа был достаточен объем воды 0,5–0,6 л. Дополнительные или специальные исследования требуют больший объем пробы.

Краткая характеристика точек отбора проб воды

Координаты первой точки наблюдения (ТН1): 54°22'02" с.ш., 90°01'16" в.д. Её абсолютная высота: 549 м. ТН1 находится в 35 м от запасного выхода из полигона, на берегу оз. Пионерское. Берег в ТН1 находится под уклоном 60° к воде. На берегу обнажены коренные породы – серые грано-сиениты, граниты и сланцы (крупные обломки до 30 см). Также берег сложен дрсевой, слабо окатанным щебнем, присутствуют техногенные обломки. В ТН1 в воде наблюдаются немногочисленные остатки моллюсков и участки глин. Температура воздуха 30 °С. Температура воды 19 °С.

По формуле Курлова информация о природной воде выглядит следующим образом:

$$M_{0,495} \frac{HCO_3(60)CO_3(20)SO_4(13)Cl(7)}{Na + K(57)Mg(33)Ca(9)} pH(8)T(19)$$

Итак, по химическому составу воды умеренно пресные (0,495 г/л), (карбонатно-) гидрокарбонатные, магниевые-натриевые. По величине pH – слабощелочные. По температуре – холодные. По окислительно-восстановительному потенциалу – окислительные (Eh=+0,18В). По величине общей жесткости – средней жесткости (ОЖ=3 мг-экв/л).

Таблица 1

Химический состав соды озера Пионерское, мг/л

Данные	pH	Eh, mV	CO ₃ ²⁻	HCO ₃ ⁻	ОЖ, мг-экв/л	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	NO ₂ ⁻	NH ₄ ⁺
Полевой анализ, 2011 г.	8	0,18	42	256,2	3	13	28,7	17,8	45	0,05	1,2
Анализ НОЦ «Вода», 2011 г.	9,04	–	24	152,5	3	14,9	27,6	4,2	23	–	–
1999 г.	8	–	1,41	233,0	3,9	48	18,5	7,1	35	0,03	0

Исходя из анализа, классифицируем взятую пробу воды как собственно пресную, гидрокарбонатную, магниевую-натриевую, слабощелочную, средней жесткости.

$$M_{0,27} \frac{HCO_3(75)CO_3(12)SO_4(11)}{Mg(41)Na + K(13)Ca(22)} pH(9,04)$$

На основании данных за 1999 г. [1] формула Курлова принимает вид:

$$M_{0,79} \frac{HCO_3(84)SO_4(8)Cl(4)CO_3(4)}{Na(69)Mg(26)Ca(5)} pH(8)$$

Вода пресная, гидрокарбонатная магниевая-кальциевая, слабощелочная, умеренно жесткая. Проба воды в скважине ТН2 отобрана из озера с глубины около 4 м. В ТН2 предполагался выход родников, в связи с аномально холодной температурой воды. В ходе анализа это не подтвердилось.

Таблица 2

Химический состав воды в ТН2 (на глубине 4 м), мг/л

pH	Eh	NO ₂ ⁻	NH ₄ ⁺	CO ₃ ²⁻	CO ₂	HCO ₃ ⁻	ОЖ	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻
8	н/д	0,05	0,9	12	0	518,5	3,25	13	31,72	14,2	40

Исходя из анализа, классифицируем взятую пробу воды как собственно пресную, гидрокарбонатную магниевую-натриевую, слабощелочную, средней жесткости.

Таким образом, в результате проведенных исследований было выяснено, что по составу вода оз.Пионерское пресная, слабощелочная, гидрокарбонатная магниевая-натриевая, средней жесткости. Вода в озере находится в нормальном состоянии, она пригодна как для отдыха, так и для пищевой и химической промышленности. По завершении проведенной работы научно-исследовательской можно сделать следующие выводы:

1. оз. Пионерское является составной частью «Геополитонного» адартезианского миллибассейна Карышского межгорно-котловинного мезобассейна Чебаково-Балахтинского макробассейна;
2. озеро относится к типичному предгорному типу слабопроточных озер полуаридного смешанного питания за счет грунтовых вод и атмосферных осадков;
3. в озере намечается глубинная гидрогеохимическая зональность (минерализация от 270 на 10 см до 790 мг/л на 4 м). С восточной стороны в озеро разгружаются грунтовые воды с минерализацией 960–1299 мг/л, что должно отразиться на составе глубинных вод озер;
4. в связи с отмеченной в п. 3 зональностью рекомендуется изучение химического состава воды в оз. Пионерское как по глубине, так и по площади;
5. по данным за 1999 г. [1] в водах озера зафиксировано заметное (но ниже ПДК) содержание Pb, Cu, As, Cd, V, Ti, Mn, Rb, Cs, Sb, Sc, Hf, Ni и Zn. Вызывает интерес повышенные содержания в водах никеля – 89 (ПДК=100) мкг/л.

Литература

1. Копылова Ю.Г., Дутова Е.М., Васильев Б.Д., Сметанина И.В., Мачкасова О.А., Хвощевская А.А. Путеводитель по природным водам полигона учебных геологических практик в северной Хакасии. – Томск: Изд-во ТПУ, 2005. – 150 с.
2. Шварцев С.Л. Общая гидрогеология. – М.: Недра, 1998. – 450 с.

СОВРЕМЕННЫЕ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ НА БАКЧАРСКОМ БОЛОТНОМ МАССИВЕ**К.Ю. Аксиненко, Ю.А. Моисеева**

Научный руководитель доцент М.В. Решетько

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Васюганское болото, расположенное в южной части Западной Сибири, является одним из крупнейших болот мира.

В 1925–1930 гг. в Западной Сибири начала работать специальная экспедиция Государственного лугового института под руководством географа А.Я. Бронзова. Им был впервые опубликован капитальный труд по стратификации торфяников, геологии и растительности Васюганского болота. В это время геолог Р.С. Ильин подробно охарактеризовал типы заболачивания и болота Нарымского края. Так было положено начало научному исследованию болот Западной Сибири. Болота изучались в экспедициях, организованных многими крупными институтами. Особое внимание этому уделяют такие организации, как ООО «ИНГЕОТЕХ», Сибирский НИИ сельского хозяйства и торфа СО РАСХН (г. Томск), Институт водных и экологических проблем СО РАН (г. Барнаул), ОАО «Томскгеомониторинг», институт геологии СО РАН (г. Новосибирск), НИ ТПУ (кафедра ГИГЭ); ИМКЭС СО РАН (г. Томск), ТГПУ (г. Томск). Опубликовано большое количество научных статей и монографий, в которых подробно описано строение и развитие болотных массивов, приведены количественные данные о запасах торфа, возможностях его использования в различных отраслях экономики [1–8].

В данной работе приводится обзор исследований Васюганского, преимущественно Бакчарского, болотного массива.

Исследователями рассматриваются вопросы синоптико-климатического районирования территории Большого Васюганского болота. Рассчитаны и проанализированы отдельные составляющие его водного баланса в разные сезоны года. На примере Баксинского болота рассматривается процесс аккумуляции влаги в его торфяных залежах [3].

Рассмотрены гидрологические и гидрохимические условия восточной части крупнейшего в мире Васюганского болота (Западная Сибирь). На примере внутриболотной реки Ключ выполнено геоэкологическое районирование водосборной территории, определены среднепогодные значения элементов водного баланса и их внутригодовое распределение. Приведены предварительные сведения о внутригодовом изменении химического состава болотных вод сосново-сфагново-кустарничковой экосистемы. Показано, что наиболее интенсивные гидрогеохимические процессы протекают на окраинах болота [6].

В исследовании, проведенном на Инском болотном массиве (площадью около 1400 км²), расположенном в междуречье рек Икса и Бакчар в Бакчарском районе Томской области получены результаты модельных расчетов положения уровня вод относительно поверхности болота с использованием уравнения водного баланса и результатов натуральных наблюдений. Анализ хода среднесуточных значений уровня болотных вод показал, что во время и после дождя происходит резкое повышение уровня воды, а затем идет медленное его понижение. В ряде случаев происходит запаздывание в изменении уровня вод после интенсивных дождей, что связано с дотеканием дождевой воды с вышестоящих элементов болота [8].

При оценке составляющих водного баланса проведено определение годовой суммы осадков, запаса воды в снежном покрове, величину испарения и модуля стока для характерных видов верховых болотных биогеоценозов [7].

Выполнены базовые исследования свойств торфа и сапропеля (ботанический состав, степень разложения, зольность, влажность, плотность) и радиоуглеродное датирование, выявлены особенности аккумуляции отложений и проведены реконструкции стадий сукцессий палеофитоценозов и водных режимов методом расчета индекса влажности по ботаническому составу. Выявлено совпадение снижения содержания элементов грунтового питания болот: Са, К и Мп с периодами обсыхания палеоповерхности [5].

На геохимически сопряженном ландшафтном профиле р. Ключ проведены исследования биологической продуктивности и эмиссии СО₂, где был рассчитан годовой баланс углерода для исследуемых экосистем, основанный на измерениях чистой первичной продукции и комбинации измеренных и оценочных данных по эмиссии углерода. На основе полученного положительного баланса углерода сделан вывод, что исследуемые болота в настоящее время являются стоком углерода из атмосферы, аккумулируя его в виде торфа [1].

Также на Васюганском болотном массиве проведено комплексное изучение химического состава водной составляющей болотных ландшафтов, растительности и торфа, как основных факторов, формирующих болотную среду. Впервые для болотных вод было проведено определение содержания в них органических микропримесей, изучено равновесие в системе болотные воды – горная порода, рассчитаны формы миграции Fe, Мп, Al, Si, а также выявлены ряды водной миграции, геохимической подвижности и биофильности некоторых микроэлементов в водах, растениях и торфах исследуемого района [2].

Изучены особенности формирования, развития и современного состояния ландшафтов Потеряевского низинного болота, расположенного в пойме р. Галки (бассейн р. Чаи). Для выполнения поставленной цели был проведен комплексный анализ рельефа поверхности и минерального дна, ботанического состава торфа, а также современного растительного покрова болотного массива на основе ландшафтного картографирования территории с выделением вида урочищ [4].

В связи с тем, что на Бакчарском болотном массиве предполагается разработка месторождения торфа и железной руды нами будет проанализировано какое влияние эта разработка окажет на окружающую среду.

Литература

1. Головацкая Е.А., Дюкарев Е.А. Исследование стока и эмиссии углерода в олиготрофных биогеоценозах южно-таежной подзоны Западной Сибири // Девятое сибирское совещание по климато-экологическому мониторингу: Материалы российской конференции. – Томск, 2011. – С. 15–17.
2. Здвигов М.А. Гидрогеохимия Васюганского болотного массива: автореферат дисс. канд. геол.-минер. наук. – Томск, 2005. – С. 23.
3. Зырянова Т.А., Зинченко Г.С., Безуглова Н.Н. Оценка составляющих водного баланса большого Васюганского болота // География и природные ресурсы. – 2007. – № 4. – С. 68–74.
4. Калаева А.А. Пространственно-временная динамика низинного болота южно-таежной зоны Западной Сибири // Девятое сибирское совещание по климато-экологическому мониторингу: Материалы российской конференции. – Томск, 2011. – С. 189–191.
5. Преис Ю.И., Дарьин А.В., Бобров В.А., Пономарчук В.А. Поиск индикаторов и реконструкция климата голоцена по данным детальных комплексных исследований торфяных и озерных отложений юга таежной зоны Западной Сибири // Девятое сибирское совещание по климато-экологическому мониторингу: Материалы российской конференции. – Томск, 2011. – С. 19–21.
6. Савичев О.Г., Базанов В.А., Скугарев А.А., Харанжевская Ю.А., Шмаков А.В. Водный и гидрохимический режим восточной части Васюганского болота // Гидрогеология и инженерная геология. – Томск, 2010. – С. 119–124.
7. Харанжевская Ю.А. Водный баланс бассейна реки Ключ и многолетние изменения его элементов // Девятое сибирское совещание по климато-экологическому мониторингу: Материалы российской конференции. – Томск, 2011. – С. 181–183.
8. Шумакова Д.М., Решетько М.В., Дюкарев Е.А. Расчет уровней болотных вод // Девятое сибирское совещание по климато-экологическому мониторингу: Материалы российской конференции. – Томск, 2011. – С. 303–305.

ВЛИЯНИЕ РОДНИКОВОЙ ВОДЫ НА ЗДОРОВЬЕ ЧЕЛОВЕКА**К.А. Барсуков, А.И. Зворыгин**

Преподаватель химии И.А. Казанцева

Муниципальное образовательное учреждение школа № 62, г. Прокопьевск, Россия

Одна из самых главных проблем на Земле – это здоровье человека. Вода оказывает огромное влияние на него. Для того чтобы хорошо себя чувствовать, человек должен употреблять только чистую качественную питьевую воду. Ещё в глубокой древности люди умели различать «живую» воду – пригодную для питья и «мёртвую» – непригодную для употребления.

Учёными давно установлена прямая связь между качеством питьевой воды и продолжительностью жизни. Это неудивительно, учитывая, что по данным Всемирной организации здравоохранения около 90% болезней человека вызывается употреблением для питьевых нужд некачественной воды, а также использование неподготовленной воды в бытовых целях (душ, ванна, бассейн, мытьё посуды, стирка белья и т.д.). В настоящее время вопросы качества питьевой воды не утратили своей актуальности.

Сама по себе вода не имеет никакой питательной ценности, но она главная составная часть всех живых существ. Определённое постоянное содержание воды в живом организме – необходимое условие его существования. Тело ребенка от рождения и до годовалого возраста состоит на 80–85% из воды. Со временем ее количество уменьшается и к 18 годам составляет 65–70%; мозг человека – на 85%; эмбрион – на 95%; меньше всего воды в костях – 30%.

Человек остро ощущает нарушение водного баланса. С потерей 1–1,5 л воды (это менее 2% веса тела) появляется ощущение жажды. При утрате 6–8% влаги человек впадает в полуобморочное состояние, потеря 10% вызывает галлюцинации, нарушается глотательный рефлекс. Если же дефицит воды превышает – 12% наступает смерть.

Вода – основной растворитель в человеческом организме, в ней переносятся все вещества: соли, кислород, ферменты, гормоны. Поэтому все вещества, вырабатываемые нашим организмом, водорастворимы. При растворении веществ очень важен химический состав воды, ведь чем больше посторонних примесей в воде, тем хуже она растворяет вещества. Качественная питьевая вода – это вода, не содержащая примесей, вредных для здоровья человека. Она должна быть без запаха и цвета и безопасна при длительном ее употреблении. Дистиллированная и очищенная до состояния дистиллированной вода так же вредна для здоровья. В результате специальных методов очистки из неё удаляется всё – не только вредные бактерии, но и полезные микроэлементы, и она становится практически пустой и бесполезной. Если же её пить длительное время, то произойдет резкая потеря минеральных солей организмом, что приведёт, например, к сбоям в работе сердечнососудистой и костной систем, станет причиной преждевременного старения организма.

Исследуемые родники находятся на окраине города Прокопьевска, в районе шахты Зенковская, на окраине улиц Б. Известковая, М. Известковая и Гончарова. Это очень живописный и относительно чистый район города, его часто называют местной Швейцарией. Улицы окружены лесом, в котором водятся много зверей. В этом районе очень чистый воздух, это ощущает любой человек, приехавший туда из города.

Летом и осенью жители этих поселков снимают со своих приусадебных участков большие урожаи овощей, фруктов и ягод. В отличие от других районов города здесь созревает большое количество вишни, и даже вызревает виноград. Для всех своих нужд, в том числе и для полива, жители этих поселков используют родниковую воду.

Родники улиц Б. Известковая и М. Известковая находятся в лесу, а родник улицы Гончарова находится в центре улицы, рядом с проезжей частью.

Целью данной работы является определение основных физико-химических показателей и органолептических свойств родниковых вод. Актуальность этой работы состоит в том, что жители этих улиц не имеют городского водоснабжения, и поэтому используют только родниковую воду.

Температура воды зависит от времени года и от температуры грунтов, с которыми она соприкасается. Оптимальная температура воды, идущей для питья, должна быть не выше 11°C и не ниже 7°C. Вода с другой температурой содержит в себе мало растворимых газов, поэтому она плохо утоляет жажду и неприятна на вкус.

Прозрачность, обусловлена её цветом и мутностью, т.е. содержание в ней различных окрашенных и взвешенных частиц глины, песка, ила, органических и минеральных веществ.

Жесткость воды можно проверить кипячением. После кипячения воды в течение часа выпадает осадок, а вода становится мягкой. По количеству осадка можно определить степень жесткости воды. Сумма карбонатных и некарбонатных солей кальция и магния составляет так называемую общую жесткость воды. При длительном кипячении воды, обладающей карбонатной жесткостью, в ней появляется осадок, состоящий главным образом из CaCO_3 , и одновременно выделяется углекислый газ CO_2 . Оба эти вещества появляются вследствие разложения гидрокарбоната кальция. Именно поэтому карбонатную жесткость называют временной жесткостью.

Все органические соединения, находящиеся в воде, можно условно разделить на мелкие (размер молекулы – меньше 100 килодальтон) и крупные (размер молекулы – от 100 килодальтон). Наиболее опасны для человека крупные органические соединения, которые на 90% являются канцерогенами или мутагенами. Наиболее опасны хлорорганические соединения, образующиеся при кипячении хлорированной воды, т.к. они являются сильными канцерогенами, мутагенами и токсинами. Остальные 10% крупной органики в лучшем случае нейтральны в отношении организма. Полезных для человека крупных органических соединений, растворенных в воде, всего 2–3 (это ферменты, необходимые в очень малых дозах).

Кальций, поступающий в организм, обладает благоприятной для человека способностью уплотнять клеточные и межклеточные коллоиды, а также влиять на процессы образования клеточной оболочки. Известна положительная роль кальция в процессе свертывания крови. Кальций необходим в организме человека для строения костной ткани (зубы, кости), мышечной ткани (мышцы, мышца сердца), поддержания проводящей функции нервной ткани. Следует помнить, что избыточные дозы кальция могут вызвать гиперкальцемию (увеличение кальция в крови) и образование почечных и желчных камней. Продолжительный переизбыток кальция нарушает функционирование мышечных и нервных тканей, увеличивает свертываемость крови и уменьшает усвояемость цинка клетками костной ткани. Максимальная дневная безопасная доза кальция составляет для взрослого от 1500 до 1800 мг, а для детей от 600 до 900 мг.

Магний также необходим человеческому организму, он содержится в каждой клетке тела человека и постоянно вводится в организм с пищей и с водой. Соли магния содержатся во всякой почве (по распространенности в земной коре среди химических элементов магний занимает восьмое место) и необходимы для питания растений, так как магний входит в состав хлорофилла. Магний необходим для нормальной деятельности нервных клеток. Однако его количество в воде должно быть ограничено, т.к. при избытке он действует наподобие марганца – засоряет каналы нервных клеток, только он менее активен и проще выводится из организма.

Тяжелые металлы, попадая в наш организм, остаются там навсегда, вывести их можно только с помощью белков молока и белых грибов. Достигая определенной концентрации в организме, они начинают свое губительное воздействие, вызывая отравления и мутации. Кроме того, что сами они отравляют организм человека, они еще и чисто механически засоряют его – ионы тяжелых металлов оседают на стенках тончайших систем организма и засоряют почечные каналы, каналы печени, таким образом, снижая фильтрационную способность этих органов. Соответственно, это приводит к накоплению токсинов и продуктов жизнедеятельности клеток нашего организма, т.е. самоотравление организма, т.к. именно печень отвечает за переработку ядовитых веществ, попадающих в наш организм, и продуктов жизнедеятельности организма, а почки – за их выведение наружу. К тяжелым металлам относятся Pb, Al, Mn, Si, Fe, Se, Zn, Hg, Cd.

Марганец забивает каналы нервных клеток. Снижается проводимость нервного импульса, как следствие повышается утомляемость, сонливость, снижается быстрота реакции, работоспособность, появляются головокружение, депрессивные, подавленные состояния. Есть также теория, что токсикозы на ранних и поздних сроках беременности вызываются марганцем. В водопроводной воде – избыток марганца. Кроме воды марганец содержится в воздухе из-за производственных выбросов.

Селен необходим человеку в очень малых дозах, при малейшем превышении дозы он превращается в канцероген, мутаген и токсин. Человеку можно безопасно восполнить недостаток селена с помощью специальных минеральных комплексов; селен также содержится в морской капусте.

Железо бывает в природе в трех состояниях – молекулярное железо Fe^0 , Fe^{2+} , необходимо в организме человека как переносчик кислорода и Fe^{3+} – вредное для человека – оно и есть ржавчина. Железо необходимо организму человека, но только в определенной пропорции и в виде иона Fe^{2+} . В водопроводной воде большой избыток железа, т.к. в природной воде его много, плюс ржавые трубы, по которым течет вода к потребителям.

Калий необходим для нормальной жизнедеятельности организма, т.к. является компонентом калий-натриевого насоса. Калий-натриевый насос – это структура на мембране каждой клетки, благодаря которой в клетку проникают вещества из межклеточной жидкости, а из клетки выводятся продукты ее жизнедеятельности. Кроме того, особенно важен калий для сердечнососудистой деятельности, т.к. он нормализует давление крови и работу сердца.

На основании проведенных исследований сделан вывод о том, что пить родниковую воду полезно, потому что благодаря естественной фильтрации, она полностью сохраняет свои природные качества, структуру и

свойства; ее не обеззараживают хлором, не озонируют, не подвергают иному физико-химическому воздействию, не добавляют микроэлементы и всевозможные добавки. Необходимо лишь проводить мониторинг за качеством родниковой воды.

Литература

1. Габриелян О.С. Химия 9 класс. – М.: Дрофа, 2008. – 170 с.
2. Глинка Н.Л. Общая химия. – М.: Дрофа, 1985. – 125 с.
3. Суровцева Р.П., Виноградова М.Н. Химия 8. Поурочные разработки с дидактическим материалом. – М.: Дрофа, 2003. – 176 с.
4. Третьяков Ю.Д. Химия. Справочные материалы. – М.: Дрофа, 2000. – 180 с.

ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ ВОД Р. КАРЫШ И РУЧЬЯ «ГЕОПОЛИГОННОГО» (ХАКАСИЯ)

К.П. Валитова, А.О. Исайкина

Научный руководитель доцент А.Д. Назаров

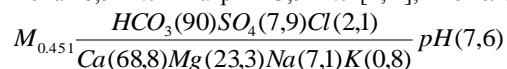
Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Речная сеть Ширинского района развита крайне слабо. Небольшие реки Карыш, Сон, Туим, берущие начало с Батеневского кряжа, неоднократно скрываются под землю и оканчиваются в бессточных озерах Иткуль, Шира, Беле. Река Карыш, являющаяся стержневым элементом Карышского межгорно-котловинного адартезиаского мезобассейна (Чебаково-Балахтинского макробассейна) [1], представляет из себя часть подземного напорно-безнапорного потока, проявляющегося на земной поверхности в местах грядового пережима в виде вклюдного родникового цирка (рис.).



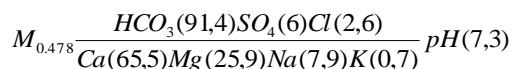
Рис. Река Карыш вблизи вклюдза

Родник-вклюд расположен за невысоким залесённым каменистым увалом в 400–450 м восточнее оз. Пионерского вблизи гидродинамического пережима и перелива подземного водного потока из Чалдыштагского миллибассейна (впадины) в Геопolygonный и представляет из себя вытянутый (около 15 м) по руслу цирковый (от 25 см до 2,5 м по ширине) выход многочисленных (более 10) боковых и донных выходов родничков с дебитами 0,05–0,15 л/сек и суммарным расходом ручья (р. Карыш) на выходе около 1,2 л/сек. В русле ручья развита песчано-гравийно-галечниково-щебенчатая смесь, в бортах смесь заметно заглинизирована. Температура воды – 7 °С, рН=8,1 и Eh=+55 mV. Вода холодная, слабощелочная, пресная, гидрокарбонатная магниевое-кальциевая с содержанием сульфат-иона 18,5 мг/л и натрия 13,5 мг/л [1, 2], имея следующую формулу Курлова



Река Карыш на всём протяжении (около 2 км) по Геопolygonному бассейну обильно подпитывается многочисленными (до несколько десятков) родниками (с дебитами от 0,03 до 1,2 л/сек). Переувлажнённая слабозаболоченная пойма реки испещрена многочисленными «родниковыми» ручейками различной протяжённости (местами до 10–20 м). Расход реки на выходе из-под земли не превышал 1 л/сек, а на выходе из бассейна превысил 50 л/сек.

Воды родников нейтральные (рН=6,9–7,6), пресные (457–498 мг/л), гидрокарбонатные-магниевое-кальциевые, умеренно-жесткие (5,5–6 мг-экв/л) с заметным содержанием сульфат-тона (17,2–17,6 мг/л) и натрия (9,4–13,5 мг/л).



Сравнительная характеристика химического состава вод р. Карыш вниз по течению представлены в табл.

На всём предгорном протяжении реки Карыш вода сохраняет гидрокарбонатный магниевое-кальциевый состав, слабощелочную среду (рН=7,5–7,8) и умеренно-пресную минерализацию (326–446 мг/л), имея формулу Курлова

Таблица

Сравнительная характеристика состава вод р. Карыш, мг/л [1]

Пункт	pH	HCO ₃ ⁻	SO ₄ ²⁻	Cl ⁻	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺	М	Год
Подзем. (2м) Карыш	7,76	274,5	21,4	6,8	71,5	15,4	11,6	1,33	402	2011
1вклюдз, Карыш	7,64	219,8	18,5	4,4	50,8	17,8	13,5	1,29	326	2011
Выше ЦУГПТПУ	7,6	244	17	4	70	13	4	17	357	1998
ЦУГПТПУ	7,54	274,3	19,9	3,82	75	12,4	10	1,4	332	2011
Ниже ЦУГПТПУ	7,6	299	25	13	76	17	11	1,2	446	1998
2вклюдз Карыш	–	–	–	–	–	–	–	–	424	1998
Озеро Иткуль	8,7	390	69	31	59	44	56,7	6,3	670	1998
Верх р.Туим	7,6	232	16	2	70	6,1	5	1,4	332	1998
Верх р. Туим	7,2	293	53	7,1	106	0	8,8	1,6	346	1998
Середина р.Туим	7,6	305	28	29	88	18,3	13,6	2,6	488	1998

$$M_{0,375} \frac{HCO_3(87,7)SO_4(8,7)Cl(3,7)}{Ca(65,7)Mg(25)Na(9,5)K(0,5)} pH(7,6)$$

Парная корреляционная связь с величиной минерализации прослеживается для гидрокарбонат-иона (0,8), магния (0,8), сульфат-иона (0,6) и хлора (0,6).

При проникновении реки в степную зону в воде заметно возрастает на 110 мг/л минерализация за счёт роста концентраций гидрокарбонат-иона, магния, сульфат-иона и хлора.

В озере Иткуль (конечном пункте речного стока) вода становится гидрокарбонатной натриево-кальциево-магниевой с долей сульфат-иона до 16,5 % и хлор-иона до 10 %, имея следующую формулу Курлова

$$M_{0,67} \frac{HCO_3(73,3)SO_4(16,5)Cl(10)}{Mg(39,7)Ca(31,9)Na(26,7)K(1,7)} pH(8,7)$$

В водах р. Карыш обнаружены следующие микрокомпоненты (мкг/л) [2]: Li – 13; Pb – 1; Cu – 4,1; Zn – 7; Cd – 0,1; Hg – 0,02; Ag – 0,07; Ni – 1,7; Co – 0,36; V – 1,7; Ti – 6,8; Mn – 4,8; Cr – 38; Ba – 60; Sr – 1503; Br – 26; Rb – 1; Sb – 2,1; Sc – 0,25; Sm – 0,22; La – 0,4; Ce – 1,6; Th – 0,03; U – 2,7. Заметно повышенное содержание стронция, бария, хрома и брома.

Приведённые для сравнения данные по химическому составу вод р. Туим со сходными с р. Карыш условиями формирования водного стока указывают и на схожесть их ионно-солевого состава (табл.).

Ручей Геополлигонный расположен в 50 м от нижнего ограждения центра в заболоченном и закустаренном ложбинном пережиге между склоном горы и Геополлигонным бассейном, берёт начало в 150 м от озера Пионерского и протекает вдоль всего ограждения до небольшого искусственного водоёма, откуда вода подземным путём разгружается в р. Карыш. Началом ручья является родник Геопионерный, способствующий частичной разгрузке (подземным путём) озера Пионерского. Одновременно в ручей по обоим его берегам просачиваются грунтовые воды со стороны склона горы и бассейна. Расход ручья постепенно возрастает от 0,27 л/сек до 2,1 л/сек. Величина pH изменяется от 7 до 8, а Eh – от –7 мВ до +75 мВ. Вода слабощелочная, умеренно-пресная, гидрокарбонатная магниево-кальциевая с повышенным содержанием натрия (21 мг/л), растворённого углекислого газа (35,2 мг/л) и примесью нитрита азота (0,05 мг/л). Формула солевого состава имеет следующий вид

$$M_{0,421} \frac{HCO_3(90,4)SO_4(6,6)Cl(3)}{Ca(57,8)Mg(23,4)Na(17,6)K(1,2)} pH(8)$$

Литература

1. Копылова Ю.Г., Дутова Е.М., Васильев Б.Д. и др. Путеводитель по природным водам полигона учебных геологических практик в северной Хакасии. – Томск: Изд-во ТПУ, 2005. – 150 с.
2. Шварцев С.Л. Общая гидрогеология. – М.: Недра. 1998. – 450 с.

ИССЛЕДОВАНИЯ ПО УЛУЧШЕНИЮ КАЧЕСТВА ВОД БАДИНСКИМ ЦЕОЛИТОМ

А.С. Вейсгейм

Научный руководитель профессор О.Б. Назаренко, старший научный сотрудник

Р.Ф. Зарубина

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

На сегодняшний день проблемы охраны окружающей среды и природопользования стоят особенно остро. В процессе освоения природных ресурсов человек сознательно изменял отдельные элементы природной среды, создавая более эффективные производства. В результате непродуманной деятельности произошло значительное ухудшение качества биосферных комплексов [6]. Особенно остро стоит проблема загрязнения поверхностных вод сточными водами производства.

Повышение требований к качеству очистки сточных вод повлекло за собой усложнение технологических систем, а, следовательно, и увеличение стоимости очистки. Оба эти фактора привели к тому, что наиболее экономично и эффективно для глубокой очистки сточных вод во многих отраслях промышленности стало использование адсорбционных способов, поэтому поиск новых видов адсорбентов – задача весьма актуальная [3].

Новым перспективным материалом для повышения качества воды следует считать природные цеолиты. Преимуществом цеолитов по сравнению с другими сорбентами является, прежде всего, их природное происхождение, дешевизна, доступность добычи и обработки, значительные запасы в России и других странах, уникальный комплекс технологических свойств – сорбционных, ионообменных, молекулярно-ситовых, возможность их модифицирования, утилизации, регенерации [1–2, 8–9].

На многих предприятиях, деятельность которых сопряжена с образованием сточных вод с повышенным содержанием фосфатов, а также на канализационных очистных сооружениях по-прежнему существует проблема удаления фосфатов.

Известен способ удаления фосфора из сточной жидкости, включающий механическую, биологическую и физико-химическую очистку сточной жидкости, в котором для увеличения степени высвобождения фосфора из микроорганизмов активного ила перед илоуплотнителями вводится серная или уксусная кислоты. Этот способ предусматривает введение реагентов ($\text{Ca}(\text{OH})_2$) для связывания ионов PO_4^{3-} в труднорастворимые соединения и флокулянта для осаждения зародышей и дозародышей кристаллов $\text{CaOH}(\text{PO}_4)^3$ и $\text{MgNH}_4\text{PO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$. К недостаткам способа относятся высокие эксплуатационные затраты на приобретение серной и уксусной кислот. При использовании серной кислоты очищенная сточная жидкость загрязнена сульфатами [7]. В качестве реагентов используют также соли металлов, в том числе водный раствор сульфата железа, который позволяет получать очень высокие результаты удаления фосфора [4]. Однако для улучшения показателей удаления в отдельных случаях необходимо подкисление сточных вод или введение дополнительного количества реагента, и, как следствие, строительство дополнительного отстойника.

Цеолиты находят широкое применение в качестве катионообменников, позволяющих снижать концентрацию тяжелых металлов до 100 %. Преимуществом цеолитовых фильтров является то, что не требуется предварительной подготовки воды перед поступлением на фильтр. В то же время существуют результаты исследований по успешному удалению анионов с использованием модифицированного цеолита, в частности ионов фтора [2].

Целью данной работы было исследование возможности использования природного цеолита Бадинского месторождения для удаления фосфатов.

Химический состав цеолитовой породы Бадинского месторождения представлен в таблице.

Таблица

Химический состав природного цеолита Бадинского месторождения

Компонент	SiO_2	Fe_2O_3	Al_2O_3	TiO_2	MnO	CaO	MgO	K_2O	Na_2O	H_2O
Состав, мас. %	68,0... 72,0	0,6... 0,8	11,4... 12,0	0,16	0,05	2,1... 3,7	0,6... 1,7	2,6... 4,8	0,4... 1,5	до 10,0

В эксперименте использовался цеолит объемом 70 мл фракции 1–2 мм, предварительно промытый большим количеством городской водопроводной воды, которая характеризуется как гидрокарбонатная кальциевая. После этого цеолит промыли дистиллированной водой. Таким образом, его перевели в кальциевую форму, что позволяет уменьшить расход реактивов.

Модельные растворы с концентрацией фосфатов примерно 3,4–4,1 мг/л были приготовлены на фоне растворов солей натрия (NaHCO_3) из ГСО фосфата и из соли $\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ и пропущены с разными скоростями через колонку, последовательно отобрав 8 колб по 50 мл. Производилась консервация проб хлороформом. Отобранные пробы объемом 2 мл отфильтровывались через бумажные фильтры, предварительно смоченные дистиллированной водой. Затем фильтры промывались 8 мл дистиллята. Определение фосфатов в пробах производилось по методике [5]. Результаты представлены на рис. 1 и 2.

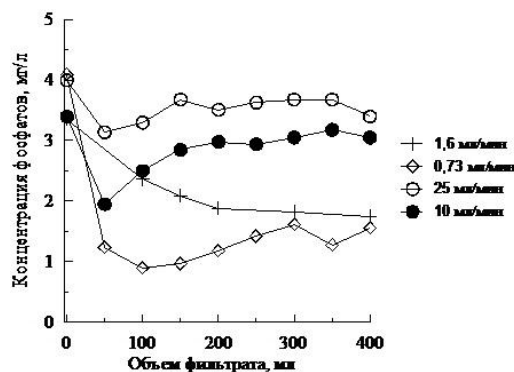


Рис.1 Зависимость концентрации фосфатов от объема отфильтрованного раствора

Механизм удаления фосфатов предположительно основан на замещении ионов кальция цеолита на ионы натрия из раствора. Ионы кальция в растворе связывают фосфаты в труднорастворимые соединения, которые затем отфильтровываются. Было установлено, что эффективность очистки модельных растворов возрастает с уменьшением скорости фильтрации (рис. 2).

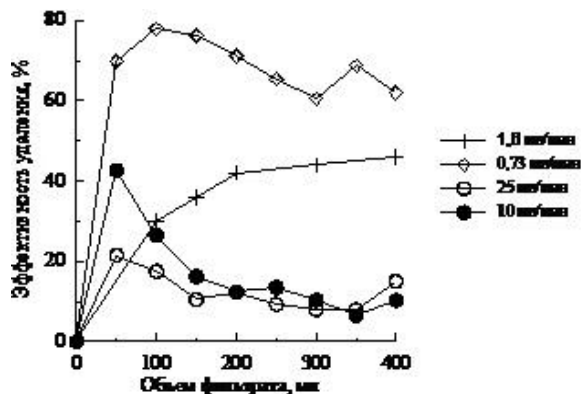


Рис.2 Зависимость эффективности удаления фосфатов от объема отфильтрованного раствора

В ходе исследования был изучен альтернативный метод удаления фосфатов, основанный на образовании труднорастворимых соединений. Регулирование скорости фильтрации позволило подобрать наиболее оптимальные условия для удаления фосфатов. В среднем эффективность удаления составляет 22–78 %. Наилучший результат удается достигнуть при наименьшей скорости фильтрации. Однако, учитывая литературные данные о влиянии pH среды на эффективность очистки от фосфатов, необходимы дальнейшие исследования для достижения более высоких показателей очистки.

Литература

1. Брек Д. Цеолитовые молекулярные сита. – М.: Мир, 1976. – 781 с.
2. Епифанова Н.А. Разработка сорбентов для очистки воды от фтора на основе модифицированного цеолитсодержащего композита: автореферат дисс... канд. техн. наук. – Пенза, 2003. – 18 с.
3. Ксеник Т.В., Юдаков А.А., Перфильев А.В. Новый сорбент для очистки сточных вод от органических соединений // Экология и промышленность России, 2009. – № 4. – С. 19–21.
4. Попова Н., Пеураиеми П., Рафалович Г. Опыт удаления фосфора на очистных сооружениях // Aqua magazine, 2008. – № 4. – С. 30–33.
5. РД 52.24.382-2006. Методика выполнения измерений массовой концентрации фосфатов и полифосфатов в водах фотометрическим методом
6. Собгайда Н.А., Ольшанская Л.Н., Тарушкина Ю.А., Никитина Т.В. Сорбенты для очистки сточных вод // Экология и промышленность России, 2007. – № 11. – С. 32–33.
7. Амбросова Г.Т. Способ удаления фосфора из сточной жидкости // Экологические системы и приборы, 2005. – № 3. – С. 55–56.
8. Тарасевич Ю.И. Природные сорбенты в процессах очистки воды. – Киев: Наукова думка, 1981. – 207 с.
9. Челищев Н.Ф., Володин В.Ф., Крюков В.Л. Ионообменные свойства природных высококремнистых цеолитов. – М.: Наука, 1988. – 128 с.

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ГОРНОГО ПРОИЗВОДСТВА НА СОСТОЯНИЕ ПОДЗЕМНЫХ ВОД В РАЙОНЕ ПРОМЫШЛЕННОЙ ЗОНЫ ОАО «ППГХО» (ЗАБАЙКАЛЬСКИЙ КРАЙ)

Г.Г. Верхотуров

Научный руководитель доцент Г.П. Сидорова

Забайкальский государственный университет, г. Чита, Россия

Район исследований находится в пределах Восточно-Урулунгуйской депрессии и ее горного обрамления. К впадине приурочен артезианский бассейн Даурского типа. Он состоит из чехла, сложенного нижнемеловыми породами (конгломераты, песчаники, алевролиты), которые перекрываются четвертичными отложениями аллювиального, озерного и пролювиального генезисов, являющимися основным коллектором пресных подземных вод, используемых для водоснабжения города. Фундамент представлен разновозрастными интрузивными и метаморфическими породами.

Постоянные естественные водотоки в районе отсутствуют. В северной части территории течет р. Урулунгуй, которая берет свое начало на южном склоне Нерчинского хребта. Водосборная площадь ее бассейна составляет 7890 км².

С пуском в эксплуатацию комбината, в результате фильтрации техногенной воды под земляные плотины из золоотвала ТЭЦ, хвостохранилища и резервного водохранилища, в падах Безымянная, Широңдукуй и Талан-Гозогор образовались сезонные водотоки с расходом от первых литров в секунду до 0,5–1,5 м³/с (падь Безымянная). Длина ручьев небольшая (обычно от несколько сот метров до первых километров). Ниже вода теряется в пролювиальных отложениях, заболочивая днища падей.

Озеро Умыкей расположено южнее оз. Цаган, имело округлую форму площадью около 200 га и глубиной 0,2–0,3 м. Абс. отм. зеркала воды – 635,4 м. Дно озера покрыто слоем мелкодисперсного ила с резким запахом сероводорода. Мощность ила 2,5 м. Содержание водно-растворимых солей в иле озера равно 11,28 г/100 г сухого ила. Под слоем ила имеются отложения мирабилита мощностью 1,3 м.

В настоящее время естественный режим озер Умыкейской системы полностью изменен в связи со сбросом в них сточных и шахтных вод. За 2009 г. в Умыкейскую систему озер поступило 12,57 млн. м³ воды, в т. ч. сточные воды разной степени очистки и промстоки ТЭЦ.

Все озера объединились в одну акваторию и составили единый водоем, используемый как пруд накопитель-испаритель. Уровень воды в озерах за последние годы повысился на 16 м и на 07.09.2009 г. установился на отметке 650,86 м абс., при этом объем воды составил 200 млн м³, а площадь зеркала 2650 га.

Подавляющее большинство наблюдательных скважин расположено на площади развития водоносного таликового комплекса четвертичных отложений, с которым связано подтопление ряда инженерных сооружений и который используется для хозяйственно-питьевого водоснабжения населения.

Объектами исследования являлись гидрогеологические зоны верхнепротерозойских метаморфических и трещиноватых интрузивных пород мезозоя и палеозоя. К сожалению, эти комплексы изучены слабо и оценку их обводненности провести очень сложно. На участке исследования с середины 90-х годов отсутствуют режимные скважины, и объем откачиваемых шахтных вод определяется только по показателям работающих на водоотливе насосов. Сложно определить и границы депрессионной воронки, образовавшейся вокруг рудного поля. По последним данным 1999 г. подошва воронки депрессии находилась на глубине 300 м, но с учетом того, что количество ежегодно откачиваемых шахтных вод составляло около 12 млн. м³, то границы ее в настоящее время могут быть весьма обширными.

Для представления общего состояния подземных вод на территории промышленной площадки ОАО «ППГХО» детально исследованы материалы гидрогеологических наблюдений, а также химического состава подземных вод на всей территории.

Проведенный анализ показал, что на исследуемой территории появились следующие изменения:

1. стабильное повышение уровня подземных вод на всех участках наблюдений, что грозит подтоплением не только городской территории, но и промышленных площадок;

2. Меняется состав подземных вод. Возрастает содержание в них естественных радионуклидов;

Суммарная концентрация радионуклидов в воде, перекаченной из шахт при добыче урансодержащей руды, особенно способом подземного скважинного выщелачивания, превышает нормируемые показатели в несколько раз;

3. Водопритоки в подземные горные выработки увеличиваются и составляют на время проведения исследований 943 м³/ч. В год системой шахтного водоотлива откачивается 12,57 млн м³ воды, требующей очистки.

4. Сброс шахтных вод в Умыкейские озера полностью изменил естественный режим этой системы, что неблагоприятно сказывается на экологической обстановке района.

Все выше сказанное указывает на необходимость проведения ряда мероприятий, направленных на улучшение экологической обстановки в районе, связанной не только с ограничением сброса шахтных вод в поверхностные водоемы, но и очисткой этих вод от вредных примесей.

Подземные воды четвертичных отложений образуют единый поток северо-восточного направления. Абсолютные отметки гидроизопьез изменяется от 620 м (верхове пади Сухой Урулюнгуй) до 600 м в ее устье.

Естественный поток, движущейся вдоль депрессии, слагается из подземных и поверхностных потоков боковых падей. Последние обычно имеют временный характер и при входе в контуры мезозойской впадины теряются в рыхлом чехле. В пределах самой депрессии питание подземных вод практически не происходит, т.к. атмосферные осадки, выпадающие на ее поверхность, почти полностью испаряются (за исключением дождевых вод выпадающих во время ливней). После завершения строительства промузла, водоносный комплекс четвертичных отложений получил довольно мощный дополнительный источник питания за счет инфильтрационных потерь техногенных вод из гидротехнических сооружений: в конце 70-х – начале 80-х гг. начался подъем уровня подземных вод в пп. Сухой Урулюнгуй, Талан-Гозогор, Широңдукуй, Безымянная и др., который был зафиксирован почти всеми наблюдательными скважинами.

Разгрузка подземных вод осуществляется в заболоченных котловинах между островами ММП в долине р. Урулюнгуй. Таких четко оконтуренных участков в условиях ненарушенного режима в пределах депрессии было восемь. После начала подъема уровня их количество увеличилось. Кроме того, в настоящее время, в нескольких падах появились водотоки (пп. Широңдукуй, Талан-Гозогор, Безымянная и др.) которые через некоторое расстояние теряются в рыхлых образованиях днищ. В региональном плане сток подземных вод четвертичных отложений происходит в долину р. Аргунь. В областях разгрузки подземные воды расходуются на испарение и поверхностный сток.

После пуска ряда промышленных предприятий и создания сети водо- и хвостохранилищ в пределах водосборной площади п. Сухой Урулюнгуй в конце семидесятых годов, уровень грунтовых вод повысился от первых метров до 34 м (скв. 77213). При анализе графиков изменения уровня подземных вод, наблюдается

следующая закономерность: во-первых, наиболее интенсивный подъем уровня приходится на период от начала семидесятых до начала девяностых годов, затем имеет место стабилизация или незначительное повышение уровня; во-вторых, вышеописанные сезонные колебания уровня в ненарушенных условиях в период его быстрого подъема (1980–1990 гг.) очень слабо выраженные.

При опробовании четвертичного водоносного комплекса удельные дебиты скважин колебались от 0,02 до 46 л/с, но в среднем составляли 10–12 л/с, что указывает на его высокую водообильность.

По химическому составу подземные воды четвертичных отложений в ненарушенных условиях (до начала строительства промузла) относятся к пресным с сухим остатком от 0,1 до 1,0 г/л (преобладает 0,25–0,35 г/л). Воды гидрокарбонатные со смешанным катионным составом: содержание магния, натрия и кальция примерно одинаковое. Подземные воды мягкие и умеренно жесткие, причем жесткость, как правило, устранимая. Воды нейтральные или слабощелочные – pH от 6 до 8,2.

После пуска в эксплуатацию ряда предприятий, химический состав подземных вод четвертичного комплекса на некоторых участках (п. Широудкуй, вершина п. Сухой Урулюнгуи и др.) начинает меняться: возрастает минерализация (до 1–6 г/л), концентрация сульфат-иона, общая жесткость, содержание нитратов и др. Почти не изменяется состав подземных вод в устье пади Сухой Урулюнгуи (район месторождения).

Остальные гидрогеологические подразделения, распространенные в районе (водоносные зоны трещиноватости метаморфических и магматических пород, а также юрский-нижнемеловой водоносный комплекс), имеют весьма затрудненную гидравлическую связь с четвертичным водоносным комплексом. Они характеризуются довольно низкими фильтрационными свойствами (коэффициенты водопроницаемости изменяются от 0,4 до 12,4 м²/сут, скв. Ма-54).

В пределах шахтного поля из-за водоотлива сформировалась депрессионная воронка глубиной до 600–800 м. Например, абсолютная отметка уровня грунтовых вод в пределах рудника №1 (шахты № 9к и 8к) в 1976 г. (период разведочных работ) составляла 659,5 м., в 1999 – около 300 м.

Литература

1. Гигиенические нормативы 2.1.5.1315–03 Водоотведение населенных мест, санитарная охрана водоемов. Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования.
2. Гигиенические нормативы 2.1.5.2280–07 Дополнения и изменения 1 к ГН 2.1.5.1315-03.
3. Нормы радиационной безопасности – 99/2009.
4. Отчет о режимных наблюдениях за загрязнением подземных вод бассейна пади Сухой Урулюнгуи (за период с 1973 по 1977 гг.). – Том I 1978 г. Ф – 1350 (Т–386).
5. Отчеты о результатах режимных наблюдений за уровнем и химическим составом подземных вод бассейна пади Сухой Урулюнгуи за 2009–2010 гг.

ИНЖЕНЕРНО-ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ИЗЫСКАНИЯ НА ПЛОЩАДКЕ СЕВЕРСКАЯ АЭС

И.С. Власов

Научный преподаватель доцент В.В. Янковский

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

По данным МАГАТЭ в ближайшие 20–30 лет в мире планируется построить 500 новых атомных энергоблоков. Во Франции, например, 95% всей электроэнергетики вырабатывается на АЭС, в то время как в России – только 16%. Поэтому до 2020 г. в нашей стране намечено строительство 26 новых энергоблоков. Наиболее приоритетное направление в атомной энергетике России получили следующие строящиеся объекты: Балтийская АЭС (расположение: близ г. Неман, Калининградская обл.); Белоярская АЭС-2 (расположение: близ г. Заречный, Свердловская обл.); Ленинградская АЭС-2 (расположение: близ г. Сосновый Бор, Ленинградская обл.); Нововоронежская АЭС-2 (расположение: близ г. Нововоронеж, Воронежская обл.); Центральная АЭС (расположение: близ г. Буй, Костромская обл.); Нижегородская АЭС (планируется построить в Навашином районе Нижегородской области, вблизи села Монаково) и др. Все эти станции сооружаются по проекту «АЭС-2006», который в 2007 г. был сертифицирован в Европе.

В сибирском регионе приоритетное направление в развитии атомной энергетики получил проект о строительстве Северной АЭС. Декларация о намерениях инвестирования в строительство была подписана ОАО «Концерн Росэнергоатом» и администрацией Томской области в мае 2008 г., в марте 2009-го прошли общественные слушания, а в ноябре того же года «Росэнергоатом» получил лицензию на размещение двух блоков Северной АЭС (рис.).

На первоначальном этапе строительства и проектирования рассматривалось четыре варианта площадок для возможного размещения Северной АЭС [3]:

Площадка №1 располагается в 2,5 км северо-восточнее города Северска, имеющего численность 110 тыс. человек, в 8,5 км от северной части городской застройки г. Томска.

Площадка № 2 располагается в 5 км севернее г. Северска и в 11,5 км от северной части городской застройки города Томска.

Площадка №3 располагается в непосредственной близости к реке Самуська – приток р. Томь, в 16 км северо-западнее г. Северска и в 26 км от существующей застройки северной части г. Томска. На запад от площадки в 4 км находится п. Самусь с населением 5,7 тыс. человек.

Площадка № 4 располагается северо-западнее ТЭЦ ФГУП «СХК» на расстоянии 2,5 км от указанного объекта и р. Томь, в 6 км северо-западнее г. Северска и в 20 км от существующей застройки северной части г. Томска.

В июле 2011 г. было принято решение строительства Северской АЭС на площадке № 3.

При проектировании атомных электростанций должны быть соблюдены в полном объеме основные критерии и требования по обеспечению безопасности.

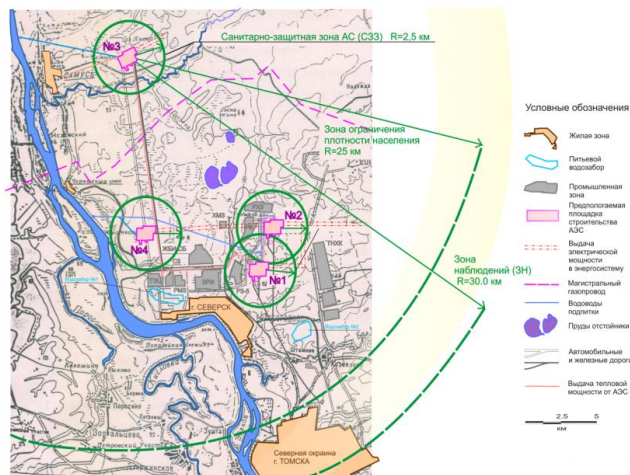


Рис.1 Ситуационный план вариантов размещения площадок Северской АЭС [3]

Контроль ее экологической безопасности обеспечивает экологическая экспертиза проекта.

Площадка считается пригодной для размещения АЭС, если есть возможность обеспечить безопасную эксплуатацию станции с учетом технологических процессов, явлений и факторов природного и техногенного происхождения, а также безопасность населения и защиту окружающей среды от радиационного воздействия при нормальной эксплуатации и проектных авариях, ограничение такого воздействия при запроектных авариях [2].

Экологическое сопровождение проекта строительства АЭС можно разделить на три основных этапа, соответствующих этапам проектирования – ходатайству (декларации) о намерениях, обоснованию инвестиций в строительство, созданию проектной документации. Материалы, обосновывающие экологическую безопасность на каждом из этих этапов, различаются объемом и детальностью представляемой информации, определяемых, в свою очередь, степенью изученности экологических параметров территории площадки.

По предварительным оценкам расход воды на водопотребление создаваемых энергоблоков составляет 2000 м³/сут. Расход воды питьевого качества на хозяйственно-питьевые нужды составляет до 1400 м³/сут.

Источниками воды для производственно-противопожарных нужд предлагаются система технического водоснабжения, очищенные производственные и дождевые стоки.

На выбранной площадке №3 сотрудниками и студентами ТПУ кафедры «Гидрогеологии, инженерной геологии и гидрогеоэкологии» были проведены изыскательные работы с изучением современных геологических проявлений, тектоники участка, инженерно-экологические изыскания по СП 11-102-97 «Инженерно-экологические изыскания для строительства», инженерно-геологические изыскания [1]. Также была отмечена зона заложения фундамента под строительство будущей АЭС.

Заключение

При проектировании были учтены природные условия с расчетом благоприятной сейсмической обстановкой территории под строительство и работы будущей АЭС.

Для комплектации эксплуатационного персонала предусматривается подготовка специалистов, в основном, на базе систем среднего и высшего профессионального образования городов Томска и Северска, системы повышения квалификации ФГУП концерна «Росэнергоатом» с привлечением высвобождающегося персонала ФГУП «СХК».

Реализация проекта строительства АЭС будет зависеть от инвестирования ФГУП концерна «Росэнергоатом» и других источников, а также от сроков, поставленных «Минэнерго». По предварительным оценкам окончание строительства и начало эксплуатации Северской АЭС должно произойти в 2020–2021 гг.

Литература

1. Охрана окружающей среды при эксплуатации АЭС / В.В. Бадяев, Ю.А. Егоров, С.В. Казаков. – М.: Энергоиздат, 1990. – 221 с.
2. Инженерно-экологические изыскания в строительстве: СП 11-102-97. – М.: Горсстрой России, 2001. – 36 с.
3. Декларация о намерениях инвестирования в строительство энергоблоков №1 и №2 Северской АЭС. www.tomsk.gov.ru/export/sites/ru.gov.tomsk/ru/gold_project/building_aps/declaration/1.pdf

ОСОБЕННОСТИ ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ И ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА ПЛАСТОВЫХ ВОД КАМЕННОГО ЛИЦЕНЗИОННОГО УЧАСТКА КРАСНОЛЕНИНСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ УГЛЕВОДОРОДОВ**Д.С. Волкова**

Научный руководитель доцент В.В. Янковский

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Каменный лицензионный участок (ЛУ) относится к Красноленинской группе месторождений углеводородов и делится на две части – западную и восточную. Эксплуатация месторождения началась в 2000 году. Извлекаемые запасы нефти на Каменной площади составляют более 300 млн.т., т.е. месторождение относится к уникальным, что и обуславливает актуальность разработки месторождения, так как нефтяные месторождения таких масштабов являются социально-значимыми и оказывают значительное влияние на развитие всей экономики России в целом. В настоящее время первоочередными объектами промышленной эксплуатации месторождения являются викуловская (ВК1-3) и тюменская (ЮК2-9) свиты. В гидрогеологическом разрезе выделенные продуктивные пласты относятся к апт-альб-сеноманскому (нижний мел) и юрскому (совместно с корой выветривания фундамента) нефтеводоносным комплексам [1]. По технологической схеме, разработанной недропользователем ОАО «ТНК-Нягань», при добыче нефти для обеспечения системы поддержания пластового давления (ППД) планируется использование пресных подземных вод атлымского и новомихайловского водоносных горизонтов олигоцена, которые широко используются на данной территории Западной Сибири [3].

Целью работы является изучение особенностей гидрогеологических условий и химического состава подземных вод для поддержания системы ППД на территории Каменного (западная часть) ЛУ Красноленинского месторождения углеводородов (Тюменская область).

Основными задачами является исследование гидрогеологических особенностей подземных вод целевых водоносных горизонтов, а также определение их химического состава по сокращенному перечню СанПиН 2.1.4.1074-01 и в объеме требований, предъявляемых ОСТ 39-225-88 «Вода для заводнения нефтяных пластов. Требования к качеству».

Исследование гидрогеологических условий и химического состава вод основывается на материалах, полученных автором в результате прохождения учебно-производственной (преддипломной) в ОАО НПЦ «Мониторинг», которое занимается подрядными работами по подсчету запасов подземных вод для технологического обеспечения системы ППД на Каменном (западная часть) ЛУ. Так как в период практики автор принимал непосредственное участие в полевых опытно-фильтрационных работах на водозаборе куста 101 Каменного (западная часть) ЛУ, в дальнейшем в данной работе будут представлены данные гидрогеологических исследований только по этому водозабору.

Район работ расположен в западной части Ханты-Мансийского автономного округа, в нижнем течении р. Обь. В административном отношении район работ входит в состав Ханты-Мансийского административного района.

Климат района резко континентальный с суровой продолжительной зимой и коротким сравнительно теплым летом. По количеству атмосферных осадков и их испарению район относится к зоне с избыточным увлажнением.

Для целей настоящей работы объектом исследования являются пресные подземные воды, приуроченные к верхней части гидрогеологического разреза кайнозойского осадочного чехла. Водоносная толща имеет региональное распространение и стратиграфически приурочена к континентальным образованиям олигоценного и четвертичного возраста. Зону распространения пресных подземных вод в разрезе и по площади ее развития ограничивают глины тавдинской свиты эоцена (P_{2tv}), слагающих верхнюю часть регионального водоупора [3].

Учитывая техническое задание недропользователя, наибольший интерес для нас представляют гидрогеологические условия атлымского и новомихайловского водоносных горизонтов.

Олигоценый (атлым-новомихайловский) водоносный комплекс представляет собой сложнослоистую водоносную систему. В силу особенностей литологического строения в составе водоносного комплекса на большей части площади района обособляется два геофильтрационных горизонта. Верхний наиболее глинистый, нижний – песчаный. Граница между горизонтами выделяется условно – по смене литологического облика водовмещающих пород. Верхним водоупором служат глины, развитых в виде прослоев мощностью до 10 и более метров непосредственно в кровле атлым-новомихайловского ВК или глинистые осадки туртасской свиты. Нижним водоупором являются глины тавдинской свиты. Наличие нижнего водоупора и верхней слабопроницаемой толщи определяют напорный характер ВК. Питание происходит за счет перетекания из выше залегающего неоген-четвертичного ВК. Разгрузка осуществляется в долинах эрозионных врезов, где напорные уровни комплекса всегда превышают отметки уровня воды в безнапорной зоне. О степени природной защищенности свидетельствует опыт длительной эксплуатации крупных каптажей, расположенных за пределами района работ (г. Ханты-Мансийск и др.). За период их эксплуатации (более 20 лет) признаков техногенного загрязнения в добываемых подземных водах продуктивного ВК не выявлено [3].

В результате опытно-фильтрационных работ установлено следующее: статический уровень водоносного комплекса до начала откачки находился на глубине 3,27 м, что соответствует абс. отм. 20,7 м. Высота напора над кровлей ВК на участке составляет 100,7 м. За время откачки (0,8 сут) с дебитом 1028 м³/сут

(~11,9 л/сек) понижение уровня в опытной скважине составило 5,40 м. Удельный дебит скважины составил 2,2 л/с·м. Значения водопроницаемости составляют по снижению от 617 до 1400 м²/сут, по восстановлению – от 1400 до 1611 м²/сут, общее по участку 1257 м²/сут. В конце опыта на каждом водозаборном участке выполнялось контрольное геохимическое опробование для оценки качества подземных вод целевого ВК [3].

Исследование химического состава подземных вод проведено в объеме лабораторно-аналитических работ краткого химического анализа [4]. Методика отбора и способы консервации неустойчивых компонентов дополнительно согласовывались с центральной лабораторией филиала ФБУ ЦЛАиТИ по УрФО по ХМАО, где в дальнейшем и проводился химический анализ. Результаты лабораторного исследования химического состава вод, методы и точность определений представлены аналитическим протоколом (табл.).

В рамках этого исследования можно сделать вывод, что требования ОСТ 39-225-88 «Вода для заводнения нефтяных пластов. Требования к качеству» в целом выполняются, о чем свидетельствует отсутствие сероводорода и допустимое содержание рН. Исключением из предъявляемых требований является большое содержание растворенного кислорода и железа, которые в дальнейшем, согласно данному отраслевому стандарту, рекомендуют устранять такими технологическими приемами обработки воды как десорбция нефтяным газом, «холодная» вакуумная деаэрация, связывание реагентами восстановителями, а так же в случае с повышенным содержанием железа могут применяться такие приемы как обработка и закачка воды по закрытой (без доступа воздуха) схеме, окисление, подщелачивание или смешение железо- и сероводородосодержащих промышленных сточных вод с последующим отстаиванием и фильтрованием [2].

Также нельзя не отметить экономическую целесообразность использования данного водоносного комплекса, которая выражена в его региональном распространении, а также в близком залегании к земной поверхности.

Таблица

Химический состав подземных вод целевого водоносного комплекса

№ п/п	Определяемый показатель	Ед. измерения	Метод проведения анализа	Результат анализа	Погрешность +/- Δ	ПДК СанПиН 2.1.4.107 4-01
1	рН	ед рН	Потенциометрический	8,18	0,20	6-9
2	Нефтепродукты	мг/дм ³	Спектрофотометрический	<0,02	–	0,1
3	Жесткость общая	град. Ж	Титриметрический	5,28	0,48	7,0
4	Гидрокарбонаты	мг/дм ³	Титриметрический	204,17	22,46	–
5	Кальций		Титриметрический	65,83	7,24	–
6	Перманг. окисляемость		Титриметрический	4,00	0,40	5,0
7	Взвешенные вещества		Фотометрический	72,50	10,15	–
8	Растворенный кислород	мгО ₂ /дм ³	Йодометрический	8,34	0,83	–
9	Аммоний-ион	мг/дм ³	Фотометрический	7,42	1,56	2,6
10	Железо общ.		Фотометрический	3,08	0,49	0,3
11	Нитрит-ион		Фотометрический	<0,02	–	3,0
12	Магний		Расчетный	24,26	–	–
13	Нитрат-ион		Хроматографический	0,182	0,027	45,0
14	Сульфат-ион		Хроматографический	0,209	0,021	500
15	Хлорид-ион		Хроматографический	0,313	0,047	350
16	Сухой остаток		Гравиметрический	387,4	34,86	1000–1500
17	Карбонаты		Титриметрический	<0,7	–	–
18	Марганец	Атомно-абсорбционный	0,137	0,027	0,1	

Литература

1. Гидрогеология СССР. Том XVI. Западно-Сибирская равнина (Тюменская, Омская, Новосибирская и Томская области). – М.: Недра, 1970. – 368 с.
2. ОСТ 39-225-88 Вода для заводнения нефтяных пластов. Требования к качеству
3. Отчёт о результатах работ по объекту «Подсчет запасов пресных подземных вод на водозаборах Каменного (западная часть) лицензионного участка ОАО «ТНК-Нягань» для технологического обеспечения системы ППД (куст № 98, 99, 100, 101)» – ОАО НПЦ «Мониторинг», 2011. – 111 с.
4. СанПиН 2.1.4.1074-01 Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества

ГЕОХИМИЯ ПОДЗЕМНЫХ ВОД ШИРИНСКОГО РАЙОНА ХАКАСИИ

С.Р. Дзязько

Научный руководитель доцент Ю.Г. Копылова

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Развитие учения о равновесно-неравновесном состоянии системы вода–порода позволило по-новому взглянуть на проблему формирования химического состава подземных вод. С этой позиции химический состав вод контролируется не столько поступлением в них элементов из горных пород, сколько образованием вторичных гидрогенно-минеральных комплексов, устойчивых к условиям геохимической среды, и формированием геохимических типов вод [5].

Ширинский район Хакасии выступает в качестве типичного представителя зоны аридного климата, с преобладающим степным ландшафтом, обилием соленых озер и развивающимися процессами континентального засоления. Для выявления геохимических типов подземных вод на данной территории были оценены равновесия вод с первичными алюмосиликатами и карбонатными минералами [2].

Помимо аналитического метода, при оценке степени насыщенности вод относительно основных минералов горных пород был использован графический метод [3, 4]. На диаграммы полей устойчивости минералов были нанесены данные по химическому составу вод района исследований с учетом коэффициентов активности ионов и ионной силы раствора (рис. 1, 2).

Анализ рисунка 1 показывает, что все воды района исследований, за исключением четырех с самым высоким содержанием Na, неравновесны с первичными алюмосиликатами, но находятся в полях устойчивости глинистых минералов.

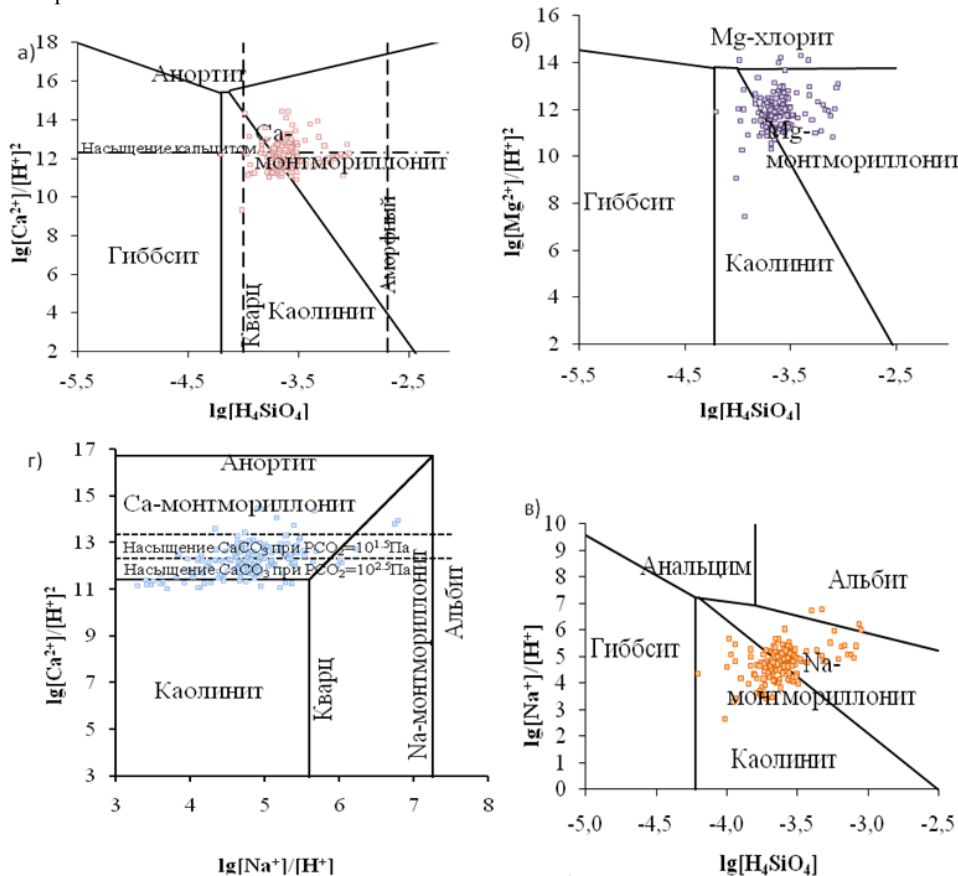


Рис.1 Диаграммы полей устойчивости алюмосиликатных минералов с нанесением данных по составу вод Ширинского района Хакасии.

Основными вторичными минералами, к которым равновесны рассматриваемые воды Хакасии, выступают кальциевый, магниевый, натриевый монтмориллониты, каолинит и иллит.

На диаграммах полей устойчивости карбонатных минералов большая часть исследуемых вод насыщена к кальциту и доломиту (рис. 2 а, б) за счет конгруэнтного растворения пород соответствующего состава. Некоторые из них насыщены к магнезиту и к родохорозиту (рис. 2 в, г), данные воды имеют более высокие концентрации магния и марганца соответственно. Воды не достигают равновесия со стронцианитом, несмотря на довольно высокие для аридных зон содержания Sr. Анализ степени насыщения вод с ангидритом, баритом, целестином свидетельствует о недостижении системой вода–порода стадии равновесия с сульфатными минералами.

Исходя из вышесказанного в соответствии с классификацией С.Л. Шварцева [5] воды района работ можно разделить на 3 геохимических типа: алюминиево-кремнистый, кремнисто-кальциево-магниевый и щелочной кремнистый карбонатно-кальциевый. Причем кремнисто-кальциево-магниевый тип вод подразделяется на следующие разновидности: кремнисто-кальциевый, кремнисто-магниевый, кремнисто-натриевый и кремнисто-калиевый.

Совокупность алюминиево-кремнистых вод (совокупность №1) представлена 17 пробами. Помимо гидрокарбонатного кальциевого типа вод, данная совокупность характеризуется гидрокарбонатным магниевым типами вод. Минерализация вод колеблется от 0,16 до 0,7 г/л (средняя 0,4 г/л). Воды преимущественно околонеутральные и слабощелочные со значениями pH 6,2–7,8, (среднее pH 7,23). Содержание SiO_2 от 5 мг/л до 12 мг/л.

Совокупность кремнисто-кальциево-магниевых вод (совокупность №2) включает в себя 141 опробованных объектов и является самым большим геохимическим типом вод, представленных в выборке. Минерализация колеблется от 0,28 до 7,7 г/л. pH от нейтральной до щелочной и с содержанием SiO_2 от 6 до 54 мг/л. В пределах данной выборки, как говорилось выше, выделяют несколько подтипов.

Кремнисто-кальциевый подтип представлен 7 пробами. Воды по химическому составу гидрокарбонатные кальциевые околонеутральные (за исключением одной щелочной пробы); среднее содержание SiO_2 11,6 мг/л и характеризуется равновесием с Са-монтморилонитом.

Кремнисто-магниевый подтип самый большой из данной совокупности и включает в себя 115 точек опробования со средней минерализацией 0,8 г/л и средним содержанием магния 34 мг/л. Воды данного подтипа характеризуются в основном гидрокарбонатным кальциево-магниевым и гидрокарбонатным магниевым составом. Встречаются так же нитратно-хлоридные и сульфатно-гидрокарбонатные натриево-магниевые.

Кремнисто-натриевый и кремнисто-калиевый подтипы включают 16 опробованных объектов с минерализацией от 2 до 7,6 г/л. Сульфатно-хлоридные магниевые-натриевые, хлоридные натриево-кальциевые околонеутральные воды, со средним содержанием кремнезема около 38 мг/л.

Совокупность щелочных кремнистых карбонатно-кальциевых вод (совокупность №3) включает 132 точки опробования. Воды преимущественно гидрокарбонатные, разнообразные по катионному составу –

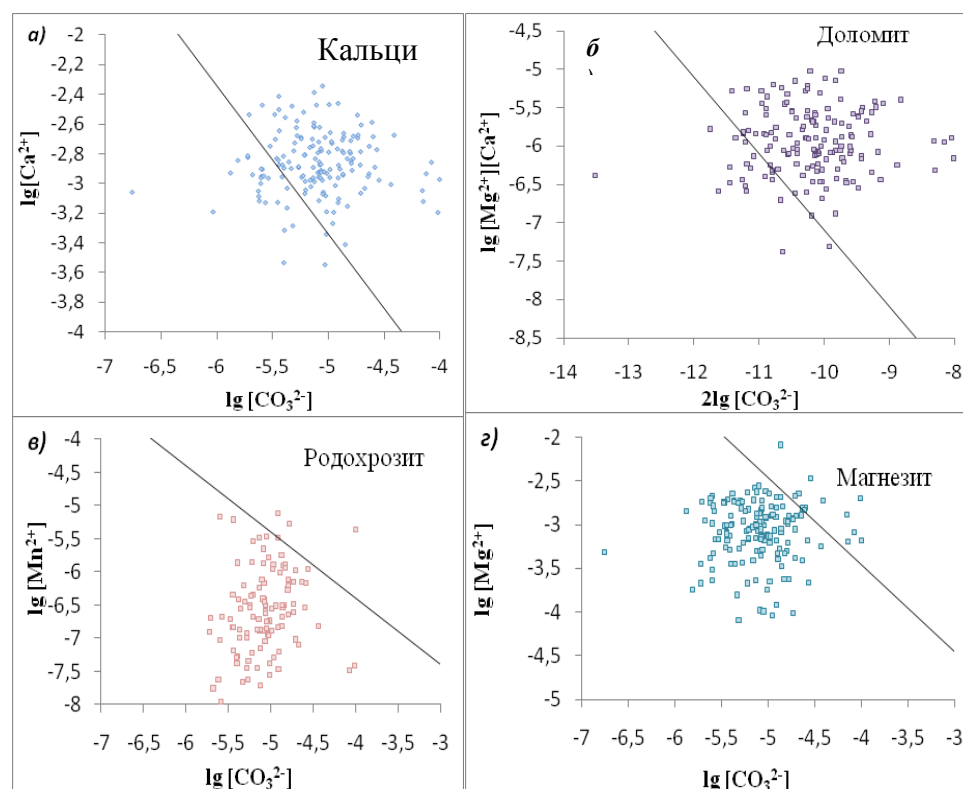


Рис.2
Диаграммы полей устойчивости карбонатных минералов с нанесением данных по составу вод Ширинского района Хакасии

кальциевые, магниевые-кальциевые, кальциево-магниевые, натриево-кальциевые. Встречаются также хлоридно-гидрокарбонатные, гидрокарбонатно-хлоридные и сульфатно-хлоридные воды, также характеризующиеся разнообразием катионного состава, наиболее распространены среди них натриево-кальциевые и кальциево-натриевые воды. Минерализация изменяется в широких пределах 0,3 до 7 г/л; воды с повышенной минерализацией характеризуются в основном повышенными значениями содержаний ионов хлора и натрия, реже иона аммония и нитрат-иона, а также ионов калия и сульфат-иона. pH вод изменяется от 7,2 до 8,7, т.е. воды от нейтральных до щелочных.

Таким образом, при взаимодействии вод с алюмосиликатами достигается равновесие с каолинитом, монтмориллонитами, карбонатом кальция. При взаимодействии с карбонатными породами воды насыщаются к кальциту и доломиту, редко к родохрозиту и магнезиту. В этой связи равновесие вод к определенной вторичной фазе, положенное в основу выделения геохимических типов, является важным механизмом познания процессов формирования состава вод, позволяющим обосновать принципы образования разнообразных геохимических обстановок в условиях одного химического типа.

Литература

1. Булатов А.А., Дубовик Н.Е., Борисюк Г.А. Минерально-сырьевые ресурсы Республики Хакасия – Абакан, 2008. – 140 с.
2. Водные ресурсы Ширинского района Республики Хакасия / Под ред. В.П. Парначева. – Томск: Изд-во гос. ун-та, 1999. – 171 с.
3. Копылова Ю.Г., Сметанина И.В., Хващевская А.А., Марулева В.М. Гидрогеохимические условия основных ландшафтных зон на территории республики Хакасия // Гидроминеральные ресурсы Восточной Сибири: Сборник научных трудов. – Иркутск: Ирк. гос. ун-т, 2001. – С. 94–100.
4. Шварцев С.Л. Гидрогеохимия зоны гипергенеза. – М.: Недра, 1998. – 366 с.
5. Шварцев С.Л., Рыженко Б.Н., Алексеев В.А. и др. Геологическая эволюция и самоорганизация системы вода-порода. Т. 2. Система вода-порода в условиях зоны гипергенеза. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2007. – 389 с.

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ВОДОСНАБЖЕНИЯ ПРИ ДРАЖНОЙ РАЗРАБОТКЕ РОССЫПЕЙ

В.В. Достовалов

Научный руководитель профессор М.В. Костромин
Забайкальский государственный университет, г. Чита, Россия

При дражном способе добычи золота возможны следующие системы водоснабжения:

Системы прямоточного водоснабжения дражных разработок без осветления промстоков не требуют значительных затрат на водоснабжение и применялись на большинстве приисков долгое время;

Прямоточное водоснабжение драг с осветлением воды коагуляцией и отстаиванием применяются на россыпях с большим содержанием взвеси размером менее 0,005 мм или на месторождениях со сложными горнотехническими условиями, не позволяющими применять другие системы водоснабжения и очистки, причем применение данной системы определяется экономической целесообразностью;

Системы оборотного водоснабжения применяют на сравнительно маломощных источниках воды для организации работ с большой производительностью. Эти системы позволяют:

- при отдаленности водного источника значительно снижать расход электроэнергии по сравнению с прямоточной системой;
- сокращать количество загрязненных промстоков, сбрасываемых в водный источник;

В системах замкнутого цикла водоснабжения отсутствует выпуск промстоков в водный источник. Однако эти системы различаются по способам водоподготовки для технологических целей. Наиболее простой схемой водоснабжения является работа драг в «глухом» забое. Расчет системы водоснабжения драг в «глухом» забое показывает, что показатель циркуляции стремится к бесконечности, поэтому работа драг в «глухом» забое возможна только на россыпях, которые не содержат частиц размером менее 0,001–0,0015 мм [3].

Применение систем замкнутого цикла водоснабжения с водоподготовкой путем отстаивания и использования коагулянтов определяется горно-геологическими и горно-техническими условиями месторождения. Условия применения таких систем водоснабжения определяются допустимым содержанием взвеси в технологической воде и извлечением в слив взвешенных частиц согласно правилам охраны водоемов от загрязнения.

Анализ вышеприведенных систем водоснабжения показывает, что их применение зависит от горнотехнических и горно-геологических условий, размеров твердых частиц, дебита реки и количества взвешенных частиц в технологической воде. Очистка сточных вод производится либо отстаиванием, либо с применением коагулянтов, либо комбинированно. Рассмотренные выше системы водоснабжения занимают большие площади, требуют большого количества воды для поддержания необходимого объема для нормальной работы драги, вследствие значительной фильтрации через тело плотины. Качественной очистки сточных вод сбрасываемых в водный источник достичь невозможно. Поэтому на основании выше указанных недостатков этих систем водоснабжения можно сделать вывод о том, что их применение не только отрицательно воздействует на окружающую среду, но и увеличивает эксплуатационные и технологические потери полезного ископаемого.

Нами разработана система замкнутого и локального водоснабжения, включающая драгу, отстойник для очистки воды от грубодисперсных примесей, отстойник для очистки воды от тонкодисперсных примесей, тонкослойный модуль, насосную станцию, смеситель, каналы для улавливания хлопьев, фильтр глубокой доочистки воды с наполнителем из цеолита, руслоотводной канал.

Основной принцип разработанной системы водоснабжения состоит в том, что отстойники можно разделить на два контура (см. рис.). Первый контур – система отстойников для очистки технологической воды, включающий в себя: отстойник для очистки воды от грубодисперсных примесей – 2; отстойник для очистки

воды от тонкодисперсных примесей – 3; тонкослойный модуль – 4, насосную станцию – 5 (может применяться самостоятельно). Второй контур – система отстойников глубокой доочистки воды, включающий реагентную станцию – 6, смеситель – 7, каналы для улавливания хлопьев – 8; фильтры глубокой доочистки воды с наполнением из цеолита 9 [2]. Для выделения из сточных вод эфельной и иловой фракции и удаления сгущенного шлама через стакер в галечный отвал на драге устанавливаются тонкослойные модули. Кроме того, для перемещения вскрышных пород в галечный отвал, минуя обогатительное оборудование и дражный разрез, можно применить транспортер пустой породы [1].

После многократного использования воды в технологическом процессе гравитационное осаждение частиц в отстойниках становится малоэффективным. Поэтому необходима дополнительная очистка сточных и оборотных вод. Для повышения эффективности и ускорения процесса очистки сточных вод используют физико-химические методы очистки с применением коагулянтов и флокулянтов. Для снижения негативного воздействия горных работ на водотоки целесообразно применение очистки сточных вод путем фильтрования загрязненной воды через эфель, фильтры и искусственные зоны фильтрации в теле плотины в виде сифонов, водосливов и труб, оборудованных геотекстильными и цеолитовыми фильтрами. При этом использование цеолитовых фильтров возможно и в случае сброса сточных вод в водный источник, причем степень очистки выше, чем при использовании химических реагентов. А обратная вода используется повторно в технологических процессах. Степень осветления сточных вод с использованием цеолитовых фильтров достигает 87...97% (табл.) [4].

Внедрение элементов таких систем водоснабжения проводилось на предприятиях Таджикистана, Якутии, Забайкалья.

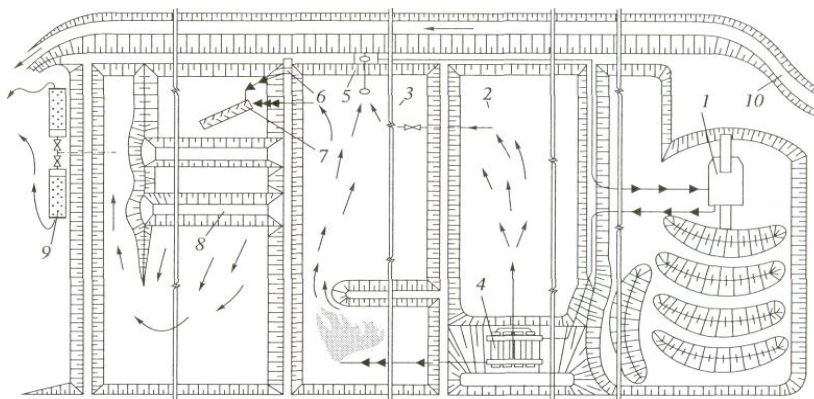


Рис.1 Система замкнутого водоснабжения дражных разработок

1 – драга; 2 – отстойник для очистки воды от грубодисперсных примесей; 3 – отстойник для очистки воды от тонкодисперсных примесей; 4 – тонкослойный модуль; 5 – насосная станция; 6 – реагентная станция; 7 – смеситель; 8 – каналы для улавливания хлопьев; 9 – фильтр глубокой доочистки воды с наполнителем из цеолита; 10 – руслоотводный канал

Таблица

Результаты очистки сточных вод, сбрасываемых в рз. Этыка и Или, при помощи цеолитовых фильтров

№ п/п	Показатели состава сточных вод	ПДК, мг/дм ³	Концентрация вмещающих примесей, мг/дм ³	
			до сорбции	после сорбции
1	2	3	4	5
1	Взвешенные вещества	15,75	28	5–7
2	Нефтепродукты	0,05	0,4	0,05
3	Железо общее	0,05	1,02	0,03
4	Медь	0,01	0,08	0,03
5	Никель	0,01	0,015	Следы
6	Кадмий	0,001	0,003	–
7	Цинк	0,01	0,48	0,01
8	Аммоний солевой	0,5	0,26	0,12
9	Водородный показатель	6,8–8,5	4,3–5,5	6,8–7,1

Таким образом, результаты исследований и промышленного внедрения показывают, что применение новой высокоэффективной технологии водоснабжения не только способствует качественной очистке технологической воды, но и решает вопросы охраны окружающей среды и рационального использования природных ресурсов, уменьшает эксплуатационные и технологические потери, улучшает условия разработки месторождения и уменьшает объем работ по рекультивации поверхности.

Литература

1. А.с. 1521875 СССР, E21C⁴⁵/₀₀, E02F³/₀₈. Драга / М.В. Костромин, А.Н. Зимбовский; заявл. 22.12.87; опубл. 15.11.89, Бюл. № 42.
2. Костромин М.В. Проблемы дражной разработки континентальных россыпей / М.В. Костромин, Г.А. Юргенсон, С.Г. Позлутко. – Новосибирск: Наука, 2007. – 180 с.
3. Назаров В.В. Водоснабжение и очистка сточных вод при разработке россыпных месторождений / В.В. Назаров, Ю.М. Чикин, В.Р. Личаев, А.П. Курылев. – М.: Недра, 1975. – 184 с.
4. Хатькова А.Н. Применение цеолитсодержащих туфов Сибири и Дальнего Востока для очистки сточных вод горнодобывающих предприятий / А.Н. Хатькова, В.П. Мязин, К.И. Карасев. – Чита: ЧитГТУ, 1996. – 75 с.

УГЛЕВОДОРОДЫ В ТОРФАХ И ВОДЕ БОЛОТА «ЦЫГАНОВО»

М.А. Дучко¹

Научный руководитель научный сотрудник И.В. Русских²,
 младший научный сотрудник Е.В. Гулая²

¹Национальный исследовательский Томский государственный университет, г. Томск, Россия²Институт химии нефти Сибирского отделения Российской академии наук, г. Томск, Россия

Для выявления источников повышенных концентраций органических веществ в водах болот, механизмов их накопления и трансформации в системе «вода-порода-органическое вещество» исследован состав органических соединений вод и моховых торфов сплавины болота Цыганово Томской области. Прослой торфа в разрезе сплавины различаются вкладом отдельных видов торфообразующих растений, зольностью и степенью разложения (табл.).

Таблица

Характеристика торфов сплавины и воды озера болота Цыганово

Глубина отбора, см	Вид торфа	R, %	A, %	рН	Содержание в сухом торфе, мкг/г							
					Бит	УВ	Алк	АЦГ	СТ	ПЦТ	ПЦТ	АУВ
50	Sphagnum fuscum	8	2,1	3,9	7100	93	84,1	5,5	0,19	0,12	0,2	2,4
100	Sphagnum fuscum	8	1,9	3,6	11000	65	54,9	6,1	0,28	0,05	0,8	2,3
200	Переходный шейхцериево-сфагновый	19	14,1	4,6	11300	42	38,6	1,7	0,15	0,20	0,2	0,8
					Содержание в воде, мкг/л							
Вода оз. Цыганово					55,4	6,8	53	0,7	0,10	0	0,06	0,7

Примечание. R – степень разложения, A – зольность

Вниз по разрезу фускум торфа возрастает содержание битуминозных компонентов (Бит), снижается содержание углеводов (УВ) за счет существенного уменьшения количества алканов (Алк). Содержание нафтеновых УВ: алкилциклогексанов (АЦГ), сесквитерпанов (СТ) и пентациклических (ПЦТ) терпанов и терпенов возрастает. Минимальным содержанием УВ отличается переходный торф с повышенной степенью разложения и зольностью. Ароматические УВ (АУВ) торфов представлены алкилзамещенными бензолами (АБ), нафталинами (НФ), фенантренами (ФЕН) и тетрациклическими (ТеА) структурами: флуорантеном, пиреном, бензантраценом и хризеном, а также бензфлуорантенами, бензпиренами и бензпериленом, присутствующими в следовых количествах. Во всех торфах среди аренов преобладают нафталины, содержание которых с глубиной снижается, возрастает концентрация алкилбензолов (рис. 1). Максимальным содержанием фенантронов характеризуется переходный торф, залегающий на глубине 2 м.

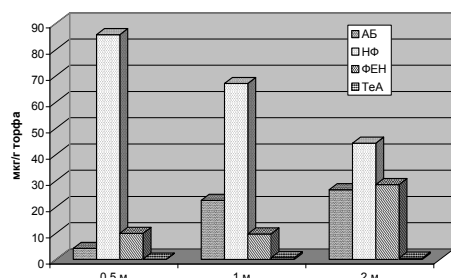


Рис.1 Состав аренов торфов

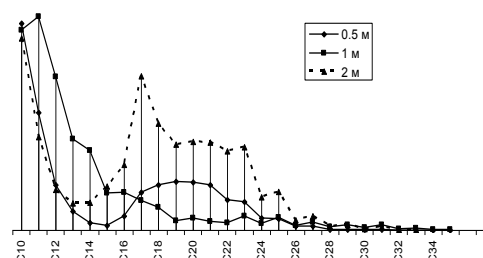


Рис.2 Состав алканов торфов

В составе алканов преобладают низкомолекулярные (до C₁₅) гомологи. В переходном торфе высока также концентрация C₁₇ алкана. Среди пентациклических терпанов фускум торфа доминирует 17 α (H),21 β (H)-гомопан (22R). В сопоставимой концентрации присутствует фридолеан-14-ен, относительное содержание которого с глубиной возрастает, а в переходном торфе – превышает концентрацию гомогана.

Состав нафталинов торфов мало меняется по разрезу: преобладают нафталин (Н) и его монометилзамещенные (МН) гомологи (рис. 3). Относительное содержание ди-, три- и тетраметилнафталинов

(ДМ, ТМН и ТеМН) незначительно возрастает с глубиной. Среди фенантронов, наоборот, доминируют ди- и триметилзамещенные (ДМФ и ТМФ) структуры (рис. 4).

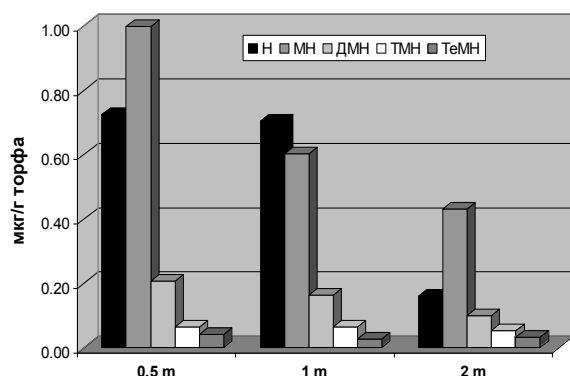


Рис.3 Состав нафталинов торфов

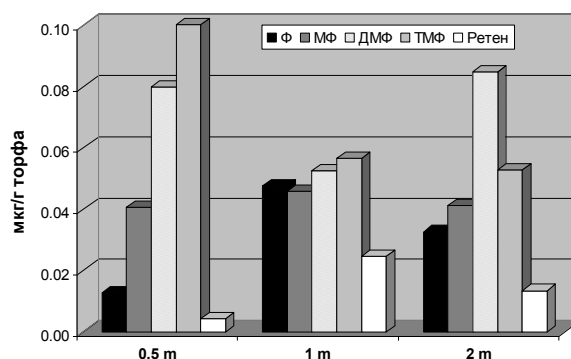


Рис.4 Состав фенантронов торфов

В воде озера, в котором сформировались торфа сплавины, среди УВ отсутствуют трициклические терпеноиды, а пентациклические присутствуют в очень незначительной концентрации. Среди них преобладает фриедоолеан-14-ен. В составе аренов отсутствуют алкилбензолы, а относительное содержание пента- (ПА) и гексациклических (ГА) ароматических структур выше, чем в торфе. Как и в торфах, в воде среди аренов преобладают нафталины (рис. 5А), а среди алканов – низкомолекулярные гомологи (рис. 5Б).

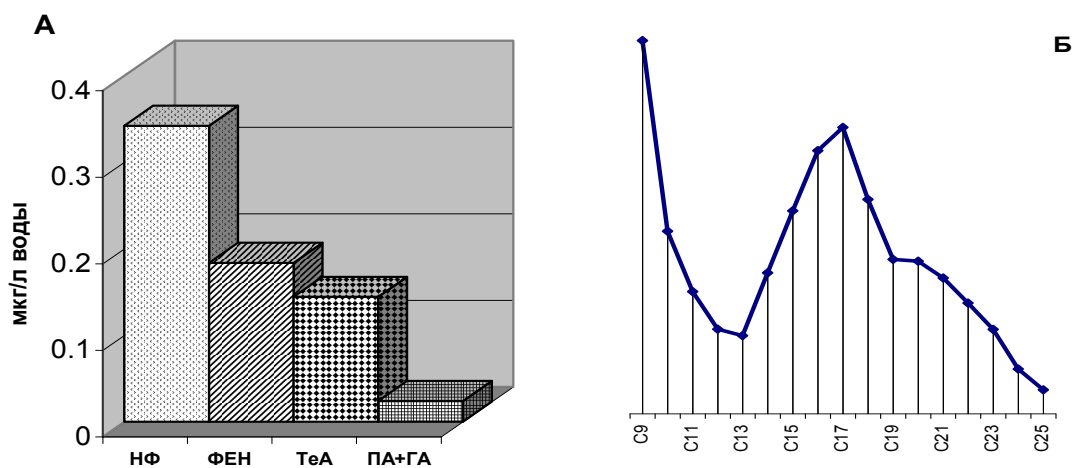


Рис.5 Состав присутствующих в воде аренов (А) и алканов (Б)

В отличие от торфов, среди нафталинов озерных вод относительное содержание нафталина и монометилнафталинов невелико, преобладают изомеры триметилнафталинов. Фенантрен, метил-, диметил- и триметилфенантроны присутствуют в воде в близких концентрациях [1].

Проведенное исследование показало, что залежи торфа могут служить источником, поставляющим в болотные воды ароматические УВ от нафталинов до бензперилена, алканы, алкилциклогексаны и пентациклические терпеноиды.

Литература

1. Serebrennikova O.V., Preis Y.I., Gulaya E.V. Hydrocarbons occurring in peats of different types and origins (Southern Taiga of Western Siberia, Russia) // Book of abstracts of 25th International Meeting on Organic Geochemistry IMOG. – 2011. – Interlaken, Switzerland. – 2011. – P. 625.

АНАЛИЗ ЗАЩИТНЫХ СВОЙСТВ ЗОНЫ АЭРАЦИИ В ДОЛИНЕ РЕКИ НИВЫ (МУРМАНСКАЯ ОБЛАСТЬ)

А.А. Жабина

Научный руководитель преподаватель С.П. Пасмарнова
Воронежский государственный университет, г. Воронеж, Россия

При проектировании строительства водозаборов наряду с оценкой эксплуатационных запасов подземных вод важное значение имеет анализ условий их защищенности от поверхностного загрязнения.

В долине реки Нивы Мурманской Геологоразведочной экспедицией были проведены поисково-оценочные работы для хозяйственно-питьевого водоснабжения г. Кандалакши Мурманской области.

Первым от поверхности широко развитым горизонтом на рассматриваемой территории является водоносный ошашковский водно-ледниковый горизонт (f,lgQ_{IIos}). Водовмещающие породы представлены валунно-гравийно-галечными отложениями с песчаным разнородным заполнителем с прослоями супеси. Мощность горизонта колеблется от 5,1 до 18 м. Глубина залегания уровня изменяется от долей метра до 7,0 м. Коэффициент фильтрации варьирует в пределах 1,34–20,8 м/сут.

Залегающий ниже ошашковский ледниковый горизонт (gQ_{IIos}) преимущественно слабодоносный. Литологический состав горизонта представлен валунно-гравийно-галечными отложениями с супесчаным заполнителем, коэффициент фильтрации которых составляет 0,02 м/сут. Мощность горизонта изменяется от 0,5 до 9,5 м. Горизонт играет существенную роль в балансе подземных вод, питая нижележащий продуктивный горизонт за счет литологических окон.

В нижней части разреза четвертичных отложений, заполняющих ложе долины реки Нивы, залегают водоносный подпорожский водно-ледниковый горизонт (f,lgQ_{IIIpd}). Он развит узкой полосой (300–600 м) вдоль современного русла реки и залегает на глубине от 7,0 до 22,0 м. Мощность горизонта колеблется от 7,3 м до 28,1 м, достигая максимальной величины вблизи современного русла реки Нива. Водовмещающими породами являются валунно-гравийно-галечные отложения с песчаным заполнителем, с прослоями супеси и песка. Коэффициенты фильтрации составляют 19,5–30,8 м/сут.

Учитывая сравнительно высокие фильтрационные свойства и большую мощность, водоносный подпорожский водно-ледниковый горизонт оценивается как наиболее перспективный для использования его в качестве источника водоснабжения г. Кандалакши.

Вследствие отсутствия выдержанного водоупора между водоносными подразделениями подземные воды гидравлически взаимосвязаны, образуя единую гидродинамическую систему.

Фильтрация загрязненных вод с поверхности земли в водоносные горизонты практически всегда возможна. Главным образом она зависит от мощности зоны аэрации, литологического состава и фильтрационных свойств слагающих ее отложений.

На рассматриваемой территории в геологическом строении зоны аэрации участвуют породы четвертичного возраста ледникового генезиса, представленные преимущественно валунно-гравийно-галечными отложениями с супесчаным заполнителем. Мощность отложений изменяется от 0,6 до 11,1 м, при этом максимальная мощность наблюдается в бортах долины.

Следует отметить, что количество данных о фильтрационных свойствах пород зоны аэрации весьма ограничено, так как специальные работы по этому вопросу на исследуемой территории не проводились. Имеющиеся сведения показывают, что значения коэффициента фильтрации колеблются в пределах 1,3–20,8 м/сут.

Защитные свойства зоны аэрации оцениваются временем прохождения через нее загрязнителя в расчете на наихудший случай, т.е. несорбируемый почвами и породами зоны аэрации поллютант. Для приближенной оценки времени, за которое инфильтрующиеся с поверхности земли воды, загрязненные нейтральными веществами, достигнут уровня грунтовых вод, автор использовал следующую формулу, полученную Н.Н. Биндеманом:

$$t = M \cdot \mu / v,$$

где v , м/год — скорость фильтрационного просачивания грунтовых вод; μ - недостаток насыщения пород зоны аэрации; M — мощность зоны аэрации (м).

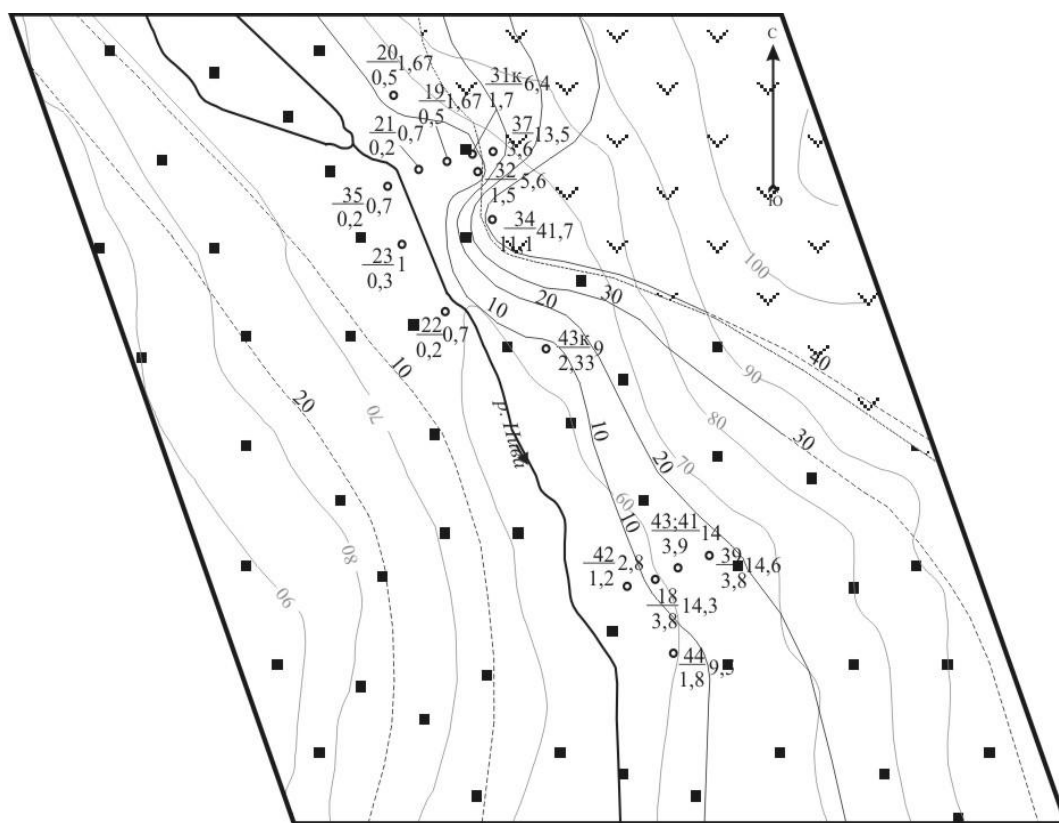
Для определения скорости инфильтрационного просачивания v (м/сут) в зоне аэрации использовалось уравнение [2]:

$$v = (1/\theta_n) \cdot W^{2/3} \cdot k_f,$$

где θ_n — полная влагоемкость; W — инфильтрационное питание (м/сут); k_f — коэффициент фильтрации пород зоны аэрации (м/сут).

Среднегодовая величина инфильтрационного питания, вычисленная нами по данным режимных наблюдений, составляет 180 мм/год ($4,9 \cdot 10^{-4}$ м/сут). Значения недостатка насыщения (0,15–0,20) и полной влагоемкости (0,4) пород зоны аэрации были приняты в соответствии с их литологическим составом [1].

В результате анализа полученных данных установлено, что время достижения фронтом инфильтрующейся влаги уровня грунтовых вод в целом незначительно и составляет от 3 до 58 суток, что позволило нам охарактеризовать грунтовые воды на рассматриваемой территории как незащищенные от поверхностного загрязнения. При этом в бортах долины защитные свойства зоны аэрации несколько выше ($t = 20 - 58$ суток), чем в центральной части ($t = 3 - 20$ суток), что связано с незначительным увеличением ее мощности (до 11,1 м) и снижением значений фильтрационных свойств в связи с преобладанием в литологическом составе пород глинистых разностей (рис. 1).



УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ

- | | | | |
|---|--|---|--|
| Преобладающий литологический состав отложений зоны аэрации: | | изолинии времени движения несорбируемого поллютанта через зону аэрации (сут.) | |
| | валунно-гравийно-галечные отложения с супесчаным заполнителем | | валунно-гравийно-галечные отложения с суплинистым заполнителем |
| | Гидросеть | | Изолинии рельефа |
| | Скважина. Цифры: в числителе - номер по карте, в знаменателе - мощность зоны аэрации (м), справа от дроби - время движения несорбируемого поллютанта через зону аэрации (сут.) | | а) установленные; б) предполагаемые |

Рис.3 Схематическая карта защитных свойств зоны аэрации долины среднего течения р. Нивы (М 1:10 000)

Таким образом, в результате проведенных исследований можно сделать вывод о том, что для грунтовых вод долины реки Нивы существует реальная угроза загрязнения, если не будут соблюдаться правила санитарной охраны водозаборов.

Литература

1. Белоусова А.П., Гавич И.К. и др. Экологическая гидрогеология. – М.: ИКЦ «Академкнига», 2007. – 397 с.
2. Биндеман Н.Н. Оценка эксплуатационных запасов подземных вод. – М.: Госгеотехиздат, 1963. – 203 с.
3. Орадовская А.Е., Лапшин Н.Н. Санитарная охрана водозаборов подземных вод. – М.: Недра, 1987. – 167 с.

**ОБ ОСОБЕННОСТЯХ И УСЛОВИЯХ ФОРМИРОВАНИЯ СОСТАВА ПОДЗЕМНЫХ ВОД
ВЕРХНЕЙ ЧАСТИ РАЗРЕЗА РЕСПУБЛИКИ ТАТАРСТАН****К.Р. Загидуллина, Д.А. Нигматуллина, Г.А. Тухватуллина**

Научный руководитель доцент Р.Х. Мусин

Казанский (Приволжский) федеральный университет, г. Казань, Россия

Республика Татарстан расположена в восточной части Русской платформы, в пределах Волго-Уральской антеклизы. Площадь Республики составляет ~68 тыс. км², численность населения – 3,8 млн. чел. [4]. Мощность плитного чехла, включающего отложения девонской, каменноугольной, пермской, юрской, меловой, неогеновой и четвертичной систем, составляет 1500–6000 м, при преобладающих значениях 1700–2500 м [2]. По схеме гидрогеологического районирования территории СССР Зайцева [1] территория Татарстана относится к Восточно-Европейской артезианской области, которая характеризуется резко выраженной гидрогеохимической и гидродинамической зональностью. Гидрогеологический разрез по регионально выдержанным водоупорным горизонтам – тастубскому карбонатно-сульфатному (нижняя пермь) и верейскому глинистому (нижний карбон) – подразделяется на три зоны (области), отличающиеся особенностями региональной гидрогеодинамики, что, естественно, находит свое отражение и в особенностях состава подземных вод. Сверху вниз по разрезу их минерализация увеличивается от 0,2–0,6 до 310 г/дм³, а состав меняется от гидрокарбонатного кальциевого и магниевое-кальциевого до хлоридного кальциевого и натриево-кальциевого [6].

Зона активного водообмена, подстилаемая тастубским водоупором, характеризуется мощностью 100–350 м. Она сложена комплексом пермских полигенных терригенных и карбонатно-терригенных, участками загипсованных, отложений (в основном в диапазоне от уфимского до северодвинского ярусов); морских преимущественно глинистых образований юры и мела, развитых на ограниченной площади в юго-западной части Татарстана; а также плиоцен-четвертичными отложениями, в основном выполняющими палео- и современные речные долины. В этой слоистой толще выделяется ряд водоносных и слабоводоносных горизонтов и комплексов, связанных межпластовым взаимодействием по схеме А.Н. Мятлева. В верхней части зоны активного водообмена развиты пресные воды, а в нижней – солоноватые. На значительной части рассматриваемой территории эти подзоны разделяются регионально выдержанным водоупорным горизонтом, так называемых «лингуловых глин», залегающих в основании казанского яруса. Ресурсный потенциал пресных подземных вод в Татарстане составляет ~ 5,5 млн м³/сут, при этом величина утвержденных по разным категориям запасов подземных вод питьевого качества – ~1,2 млн м³/сут, а общий водоотбор подземных вод в середине 2000-х гг. составлял ~ 0,8 млн м³/сут [4].

Подземные воды верхней части разреза характеризуются высокой вариабельностью состава и минерализации. Изменчивость состава может резко проявляться даже в пределах одного водоносного горизонта на небольших расстояниях. В целом, довольно значительным площадным распространением пользуются воды с преобладанием в анионном составе гидрокарбонатов, сульфатов, хлоридов, на локальных площадях и нитратов. При этом их катионная составляющая может быть практически любой – кальциевой, натриевой, магниевое-кальциевой и т.д. Минерализация же этих вод может составлять – 0,2–5, а участками до 10 г/дм³. Данные особенности состава подземных вод определяются комплексом факторов, важнейшее значение среди которых имеют глубина залегания и литолого-фациальные особенности водовмещающих толщ (природный фактор), а также характер и уровень техногенного воздействия на гидрогеосферу. Воды с содержанием хлоридов более 20 %-моль широким площадным распространением пользуются в нефтяном регионе Татарстана, где в течение уже более 50 лет эксплуатируются такие крупные месторождения, как Ромашкинское, Ново-Елховское и Бавлинское [3]. Площадь развития таких вод составляет порядка 6000 км², при этом их минерализация может достигать 5–10 г/дм³, а общая жесткость – 40–70 ммоль/дм³. Формирование состава данных вод связано с загрязнением зоны пресных первично гидрокарбонатных вод попутно добываемыми нефтяными водами. Масштабное проявление такого загрязнения обусловило практически катастрофическое положение с качеством хозяйственно-питьевого водоснабжения населенных пунктов, располагающихся в пределах контуров промышленной нефтеносности. Техногенный фактор ответственен и за появление вод нитратного состава, а также вод отличающихся повышенным содержанием тяжелых металлов и органического вещества. Первые обычно «маркируют» площади многих сельских населенных пунктов, крупные животноводческие комплексы, склады удобрений и т.д. Такого типа воды пользуются спорадическим (мелкокомзачным) распространением и общая площадь их развития невелика. Их минерализация может достигать 2–3 г/дм³, а содержания нитрат-иона – 0,8–1,0 г/дм³. Подземные воды, обогащенные тяжелыми металлами и часто характеризующиеся высокой окисляемостью, обычны для крупных промышленных центров и их окраин (г. Казань, Набережные Челны, Нижнекамск и некоторые другие). Основная часть площади Татарстана пока отличается развитием в верхней части разреза подземных вод питьевого качества с минерализацией до 0,8 г/дм³. Эти воды характеризуются гидрокарбонатным, сульфатно-гидрокарбонатным, гидрокарбонатно-сульфатным составами. Доля сульфат-иона нарастает вниз по разрезу и максимальна она при его загипсованности. Проявления гипса в виде отдельных прослоев и, чаще, мелколинзовидных включений наиболее характерны для крайней западной и восточной части исследованной территории. Формирование состава рассматриваемых подземных вод связано с действием природных факторов, значительную роль среди которых играют литолого-фациальные особенности гидрогеологического разреза. Роль литолого-фациального фактора в формировании состава подземных вод наиболее корректно можно выявить по изучению состава водных вытяжек, а также гидрогеохимическому изучению водораздельных участков, где проявлена, преимущественно, нисходящая фильтрация, и процессы минерализации вод определяются взаимодействием литогенной составляющей первоначально с атмосферными осадками, а далее – уже с их

трансформированными “дериватами”. Данное взаимодействие может быть отражено так называемыми концентрационными градиентами, которые определяются следующим образом [5]:

$$\text{grad}C=(C_2-C_1)/(h_2-h_1),$$

где $\text{grad}C$ – градиент концентраций ($\text{мг/дм}^3 \cdot \text{м}$, $\text{ммоль/дм}^3 \cdot \text{м}$ и т.д.); C_2 и C_1 концентрации (значения) компонентов (параметров) в водах на глубинных уровнях, соответственно, h_2 и h_1 .

Для получения более объективной картины целесообразно выделение концентрационных градиентов на нескольких глубинных уровнях – до 50, 50–100 и более 100 м. Для первого глубинного интервала C_1 отражает характеристики атмосферных осадков, а h_1 равно нулю, для второго и третьего интервалов используются параметры водоносных горизонтов соответствующих глубин.

Республика Татарстан относится к зоне достаточного увлажнения, норма осадков здесь составляет ~500 мм/год. Осадки характеризуются, преимущественно, сульфатно-гидрокарбонатным кальциевым и гидрокарбонатно-сульфатным натриево-кальциевым составами, их средняя минерализация – ~50 мг/дм^3 (в целом этот параметр варьирует в пределах 5–1260 мг/дм^3). Результаты расчетов концентрационных градиентов и их обсуждение по фактическому материалу 50 скважин, вскрывших несколько водоносных горизонтов в пермских отложениях на основных поверхностных водоразделах, которые в Татарстане являются и водоразделами подземных вод, были рассмотрены в [7], а такие же расчеты для зон исключительно нисходящей фильтрации в поле распространения мезозойских отложений отражены в [5].

В данной работе представлены результаты анализов водных вытяжек с преобладающих разновидностей пород зоны аэрации (табл.). Водные вытяжки обычно готовятся на основе дистиллированной воды, которой в природе практически нет. Поэтому авторами проведены анализы водных вытяжек на основе как дистиллированной, так и в разной степени минерализованной воды – талой снеговой воды сульфатно-гидрокарбонатного натриево-кальциевого состава с общим солесодержанием 0,07 г/дм^3 , а также гидрокарбонатно-сульфатной магниевно-кальциевой воды с минерализацией 0,47 г/дм^3 , подобной воде многих нисходящих родников у уреза основных дрен Татарстана с формированием состава родниковых вод за счет относительно длительного взаимодействия первичных атмосферных осадков с разнотипными породами разреза. Максимальный выщелачивающий эффект для большей части из 15 проанализированных компонентов и параметров состава вод был получен для атмосферных осадков.

Таблица

Характеристика водных вытяжек на основе талой снеговой воды

Литотипы	Индекс возраста	Минерализация (мг/дм^3)	Жесткость (ммоль/дм^3)
Почва	Q	237 (168)	2,1 (1,8)
Суглинок	Q	208–266 (139–197)	0,6–1 (0,3–0,7)
Песчаник	P _{3sd}	95–123 (26–54)	0,5–0,6 (0,2–0,3)
Алевролит	P _{2ur}	186 (117)	1,4 (1,1)
Глина	P _{2ur} -P _{3sd}	132–281 (63–212)	1,2–2,4 (0,9–2,1)
Глин.-карб. мука	P _{2ur}	132 (63)	0,9 (0,6)
Мергель	P _{2ur} -P _{2kz₂}	148–228 (79–159)	1,1–1,2 (0,8–0,9)
Известняк	P _{2ur}	141–285 (72–216)	1,4–2,8 (1,1–2,5)
Доломит	P _{2kz₂}	174–227 (105–158)	2,4–3,0 (2,1–2,7)

Примечание. В двух последних графах первые цифры отражают абсолютные значения, а цифры в скобках – приращения соответствующих параметров относительно характеристик первичной (талой снеговой) воды.

Основные результаты: а) базовый (основной) уровень минерализации подземных вод верхней зоны формируется уже на первых 50 м разреза за счет взаимодействия атмосферных осадков с литогенной составляющей, при этом скорость роста минерализации максимальна на участках развития загипсованных толщ; б) при изменении состава атмосферных осадков, в первую очередь увеличении минерализации и снижении pH, активность их взаимодействия с образованиями геологического разреза существенно увеличивается, а это при сохранении существующих трендов в характере и степени загрязнения атмосферы и климатических изменений, может привести к появлению некондиционных в питьевом отношении подземных вод уже в самой верхней части разреза; в) при величине атмосферных осадков 500 мм/год, их средней минерализации 50 мг/дм^3 , доле в формировании подземного стока – 15–20 %, преобладающей минерализации родниковых вод – 300 мг/дм^3 и плотности выщелачиваемых пород 2,2 г/см^3 , величина снижения земной поверхности за счет взаимодействия атмосферных осадков с породами геологического разреза (или скорость подземной химической денудации) на большей части территории Татарстана составляет ~10 м/млн. лет.

Литература

1. Геология Татарстана: Стратиграфия и тектоника / Под ред. Б.В. Бутова. – М.: ГЕОС, 2003. – 402 с.
2. Геология Татарстана: Стратиграфия и тектоника / Под ред. Б.В. Бутова. – М.: ГЕОС, 2003. – 402 с.
3. Гидрогеологические исследования в нефтедобывающих районах Республики Татарстан / под ред. А.И. Короткова, В.К. Учаева. – Казань: Изд-во НПО “Рефер”, 2007. – 300 с.
4. Государственный доклад о состоянии природных ресурсов и об охране окружающей среды Республики Татарстан в 2005 г. / научн. ред. Н. П. Торсуев. – Казань, 2006. – 494 с.

5. Нуриев И.С., Мусин Р.Х. Ресурсы и условия формирования состава пресных подземных вод в Предволжском регионе Татарстана // Водохозяйственные проблемы и рациональное природопользование: Материалы всероссийской научно-практической конференции с межд. участием. В 2 ч. – Оренбург-Пермь, 2008. – Ч. 1. – С. 239–244.
6. Подземные воды Татарии / Под ред. М. Е. Королева. – Казань: Изд-во Казан. ун-та, 1987. – 189 с.
7. Сагдиев И.Р. Роль литолого-фациального фактора в формировании химического состава подземных вод // Проблемы геологии и освоения недр: Труды XIII международного симпозиума им. академика М.А. Усова. – Томск: Изд-во Томского политех. ун-та, 2009. – С. 268–270.

ЭКОЛОГО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ КОМПЛЕКСНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПЛАСТОВЫХ ВОД НЕФТЯНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

Н.Е. Зибарева

Научный руководитель доцент В.В. Янковский

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Нефть и природные пластовые воды являются неразрывной природной системой. На нефтяных месторождениях пластовые воды используются для технологических нужд – в системах поддержания пластового давления, либо для приготовления буровых растворов и растворов реагентов, а также подземные промышленные воды являются новым источником минерального сырья, способным заменить в ряде случаев традиционные виды такого сырья [3].

Пластовые воды нефтяных месторождений содержат кондиционные концентрации йода, брома, магния, лития и бора. Потенциальные ресурсы этих элементов огромны – ежегодный объем добываемых попутно с нефтью пластовых вод в России составляет 800 млн м³. Острый дефицит упомянутых элементов, ограниченность рудных запасов и, практически, неисчерпаемые их запасы в пластовых водах делают работы по отработке технологических решений и созданию технических средств переработки гидроминерального сырья высоко актуальными. Особенно значима проблема получения ценных компонентов из гидроминерального сырья для России, производящей 14–19% соответствующей продукции от суммарной производительности стран СНГ.

Целью данной статьи является обоснование выбора такого направления развития экономики области, как извлечение ряда компонентов (I, Br, Li, Sr и др.) из пластовых вод нефтяных месторождений и выявление для их извлечения наиболее подходящих технологий.

В успешном развитии экономики отдельных регионов и России существенную роль может сыграть комплексное использование минерального состава подземных вод.

В Томской области большие возможности заключаются в извлечении химических элементов из подземных вод нефтегазоносных отложений. В настоящее время в области из глубоких горизонтов ежегодно извлекается 10...12 млн тонн нефти и почти в 3 раза больше попутной воды. Эта пластовая вода контактирует с залежами углеводородов и содержит в высоких концентрациях йод, бром, стронций, литий и другие ценные для промышленности элементы.

Как известно, по мере разработки нефтяных месторождений количество добываемых вместе с нефтью пластовых вод увеличивается и на конечной стадии разработки может достигать 95–98 %. В этих водах присутствуют большие концентрации полезных элементов. После отделения от нефти вода снова закачивается в недра для поддержания пластового давления. Однако перед закачкой целесообразно было бы извлечь из воды вышеперечисленные элементы с целью их использования в разных отраслях промышленности.

В настоящее время сложилась ситуация, при которой вся система сбора и транспорта нефтей ряда месторождений нестабильна из-за высокой агрессивности среды на всех участках технологических потоков. Рост агрессивности добываемой и транспортируемой воды способствует резкому сокращению фактических сроков службы оборудования и трубопроводов системы нефтесбора и поддержания пластового давления. Срок службы трубопроводов и резервуаров сократился до 1–2 лет [1].

Основное загрязнение окружающей среды происходит в результате аварий трубопроводной системы, транспортирующей высокообводненную продукцию (нефтепроводы системы сбора нефти) либо нефтесодержащую пластовую воду (система ППД). В любом случае, рассматриваемая среда представляет собой попутно добываемую пластовую воду с содержанием нефти до 20 %.

Состав пластовых вод изучается на основе режимной гидрогеологической сети наблюдений. Помимо анализа примесей органического характера и основного химического состава вод также определяется содержание йода, брома, бора, лития, рубидия, цезия и стронция. Минимальные промышленные концентрации попутных компонентов в пластовых водах нефтяных месторождений (для отнесения нефтяного месторождения к месторождению гидроминерального сырья) составляют: йод – 10; бром – 200; оксид бора – 250; литий – 10; рубидий – 3,0; цезий – 0,5; стронций – 300 мг/л. Содержание йода и стронция в рассматриваемых водах превышает, а содержание брома, бора и лития приближается к кондиции, позволяющей отнести их к категории жидких руд.

Запасы компонентов в водах позволяют создать новую отрасль промышленности в области, а использование уже имеющейся инфраструктуры нефтедобывающей отрасли позволяет решить эту проблему достаточно быстро со сравнительно небольшими капитальными затратами. В табл. приведены наиболее высокие содержания микрокомпонентов по некоторым месторождениям Томской области. Высокие концентрации этих элементов в пластовых водах говорят об отнесении месторождений к типу гидроминерального сырья и о возможности комплексного извлечения данных элементов из пластовых вод.

Таблица

**Наиболее высокие содержания микрокомпонентов в пластовых водах по нефтяным месторождениям
Томской области, мг/л [2]**

Элементы	Месторождения		
	Малореченское	Карайское	Шингинское
I	54...60	–	9,05
Bг	до 710	135,7...170	260
Sг	42,3...78,2	22,5...39,7	69,3
Ba	–	3,3...31,7	–

Нефтяная промышленность относится и к числу капиталоемких отраслей материального производства. В этой ситуации большое значение имеет повышение эффективности освоения нефтяных месторождений за счет комплексного использования сырья. В процессе разработки углеводородных залежей вместе с нефтью добывают подземные воды, которые являются ценными материальными ресурсами при наличии технологии их переработки.

Комплексный подход к изучению, оценке и эксплуатации нефтяных месторождений должен занять доминирующее положение при обустройстве и эксплуатации нефтяных месторождений. По экспертным оценкам, повышение глубины переработки нефти, утилизации нефтяного газа и применение подземных вод для поддержания пластового давления и в качестве гидроминерального сырья позволит снизить на 40% капитальные вложения и на 60% эксплуатационные затраты. Наряду с улучшением технико-экономических показателей, комплексное освоение нефтяных месторождений способствует улучшению экологической обстановки.

При разработке технологий переработки пластовых вод необходимо установить перечень извлекаемых компонентов, очередность их извлечения и выбрать технологию извлечения, т.е. разработать комплексную технологическую схему переработки пластовых вод нефтяных месторождений. Необходимыми условиями практической реализации комплексной схемы являются простота и надежность стадий; доступность сырья; экономичность; применение стандартного оборудования; получение товарных продуктов высокого качества.

В основу технологии извлечения бора положен метод экстракции с применением промышленно выпускаемых аминифенолформальдегидных олигомеров. Высокое содержание хлорида кальция в пластовых водах нефтяных месторождений предопределяет необходимость опробования известкового метода извлечения магния. Литий целесообразно извлекать методом хемосорбции на активном гидроксиде алюминия. В основу извлечения галогенов положены метод воздушной десорбции для извлечения брома и ионный обмен для извлечения йода. Специфика обозначенных выше методов переработки пластовой воды определяет очередность извлечения компонентов: бор → магний → литий → йод → бром. Очистка от нефти предшествует всем стадиям по причине недопущения загрязнения товарных продуктов и экстрагента органикой и для повышения доли извлекаемого йода. Бор извлекается первым из-за относительно низкой концентрации и возможности потерь на последующих стадиях. Кроме того, бор должен извлекаться до извлечения магния, являющегося эффективным высаливателем бора при экстракции. Операции подкисления и окисления пластовой воды предопределили извлечение йода и брома в конце технологического процесса. По мере повышения окислительно-восстановительного потенциала первым извлекается йод (590 мВ), далее – бром (993–1002 мВ) [3].

Кроме того, основополагающим принципом разработки комплексной схемы является автономность каждой стадии и возможность ее отдельной промышленной реализации.

Таким образом, существует реальная возможность снижения содержания загрязнителей в попутно добываемых пластовых водах нефтяных месторождений и, как следствие, уменьшения нагрузки на окружающую среду при добыче нефти на поздней стадии разработки месторождений.

Техническая целесообразность организации попутного извлечения компонентов из вод нефтяных месторождений не вызывает сомнений. Предварительная оценка рынка позволяет говорить о том, что продукция пользуется спросом в Томской области и других регионах Сибири. В настоящее время практически все сырье поступает из стран дальнего и ближнего зарубежья [5].

Литература

1. Букаты М.Б., Силкина Т.Н., Иванов В.Г., Костюченко С.В. [Анализ заводнения нефтяных залежей по гидрогеохимическим данным](#) // Известия Томского политехнического университета. – Томск, 2003. – В.8. – С. 192–200.
2. Ламинский А.И., Четвергов Д.Н. Подсчет эксплуатационных запасов подземных вод апт-сеноманских отложений на Лонтынь-Яхском, Западно-Останинском, Малореченском нефтяных месторождениях (Томская область). – Т.: ОАО «Томскгеомониторинг», 2006. – 81 с.
3. Литвиненко В.И., Цхадая Н.Д. Эколого-технологические основы комплексного использования пластовых вод нефтяных месторождений. – Ухта: Ухтинский гос. техн. ун-т, 2001. – 59 с.
4. Назаров А.Д. Нефтегазовая гидрогеохимия юго-восточной части Западно-Сибирской нефтегазоносной провинции. – М.: Идея-Пресс, 2004. – 288 с.
5. Янковский В.В. Промышленные воды нефтегазодобывающих районов Томской области как ресурсная база формирования новой отрасли горнодобывающей промышленности // Проблемы и перспективы развития минерально-сырьевого комплекса и производительных сил Томской области: Материалы научно-практической конференции. – Томск: ТПУ, 2002. – Т.1. – С. 111–112.

**ПРАВОВОЙ СТАТУС ВОДООХРАННЫХ ЗОН РЕК РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ И
ВЕЛИКОБРИТАНИИ НА ПРИМЕРЕ РЕКИ ТОМЬ И РЕКИ ТЕМЗА****Е.В. Зиппа**

Научный руководитель доцент В.В. Янковский

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Данная работа преследует несколько целей:

- знакомство с Водным Кодексом Российской Федерации (ВК РФ) [1];
- изучение статей, отвечающих за охрану водных объектов РФ [3];
- практическое применение данных статей законодательного акта на примере р.Томь;
- знакомство с водным законодательством Великобритании (Water Act, 2003) [2];
- изучение статей, отвечающих за охрану водных объектов Великобритании [4–5];
- практическое применение данных статей законодательного акта на примере р.Темза;
- сравнительный анализ Водного Кодекса Российской Федерации с водным законодательством Великобритании.

Водное законодательство включает Водный кодекс Российской Федерации и принимаемые в соответствии с ним федеративные законы и иные нормативные правовые акты, а также законы и иные нормативные правовые акты субъектов РФ (республик, краев, областей).

Целью водного законодательства является регулирование отношений в области использования и охраны водных объектов. При этом использование водных объектов для питьевого и хозяйственно-бытового водоснабжения является приоритетным. Для указанного вида водоснабжения необходимо использовать защищенные от засорения и загрязнения поверхностные и подземные водные объекты. Главную роль в охране вод играет государственный учет поверхностных и подземных вод, который осуществляется в целях текущего и перспективного планирования рационального использования водных ресурсов, их восстановления и охраны. В его основе лежат данные государственного мониторинга и данные учета, которые предоставляются водопользователями; своды систематизированных данных о водных объектах, водных ресурсах, режиме, качестве и использовании вод, а также о водопользователях включаются в водный кадастр.

Для поддержания водных объектов в состоянии, которое соответствует экологическим требованиям, исключает загрязнение, засорение и истощение поверхностных вод и сохраняет среду обитания животных и растений, организуют водоохранные зоны.

Согласно п.1 ст. 65 ВК РФ водоохранными зонами являются территории, которые примыкают к береговой линии морей, рек, ручьев, каналов, озер, водохранилищ и на которых устанавливается специальный режим осуществления хозяйственной и иной деятельности в целях предотвращения загрязнения, засорения, заиления указанных водных объектов и истощения их вод, а также сохранения среды обитания водных биологических ресурсов и других объектов животного и растительного мира.

На основании п.3 ст. 65 ВК РФ за пределами территорий городов и других населенных пунктов ширина водоохранной зоны рек, ручьев, каналов, озер, водохранилищ и ширина их прибрежной защитной полосы устанавливаются от соответствующей береговой линии, а ширина водоохранной зоны морей и ширина их прибрежной защитной полосы – от линии максимального прилива. При наличии ливневой канализации и набережных границы прибрежных защитных полос этих водных объектов совпадают с парапетами набережных, ширина водоохранной зоны на таких территориях устанавливается от парапета набережной.

В соответствии с п.4 ст. 65 действующего ВК РФ ширина водоохранной зоны рек или ручьев устанавливается от их истока для рек или ручьев протяженностью: 1) до десяти километров – в размере пятидесяти метров; 2) от десяти до пятидесяти километров – в размере ста метров; 3) от пятидесяти километров и более – в размере двухсот метров.

Так же, согласно п.5 ст.65 ВК РФ для реки, ручья протяженностью менее десяти километров от истока до устья водоохранная зона совпадает с прибрежной защитной полосой. Радиус водоохранной зоны для истоков реки, ручья устанавливается в размере пятидесяти метров. Согласно ст. 65 Водного кодекса РФ граница водоохранной зоны для реки Томи составляет 200 м от береговой линии (в черте г. Томска в районах с ограждающей дамбой водоохранная зона составляет 200 м от гребня дамбы). Прибрежная защитная полоса составляет от 30 м на пологих участках поймы до 50 м на крутых склонах. В пределах городской территории прибрежная защитная полоса р. Томь совпадает с осевой линией ограждающей дамбы.

Права, касающиеся водных компаний в Англии и Уэльсе, содержатся, главным образом, в Актах о водном хозяйстве 1991 и 1999 гг. и Законе о воде 2003 г.

В 1963 г. были созданы речные власти, в обязанности которых входило введение в силу закона, связанного с водными ресурсами, загрязнением рек, осушением земель, рыболовством и курортными зонами.

В соответствии со ст.81 о сохранении воды Закона о воде 2003 года соответствующие органы должны, при необходимости, принимать меры для поощрения мер по сохранению воды. Соответствующими органами являются: английский государственный секретариат и Уэльская Ассамблея. По истечению трех лет, начиная с даты вступления в силу этого раздела, и по истечению каждого успешного последующего трехлетнего периода Секретариат должен подготовить отчет о мерах, принятых им в соответствии с разделом, а также о каких-либо других мерах, которые он предлагает предпринять.

Ассамблея может отдать приказ о подготовке соответствующих отчетов и о том, когда и в связи с какими сроками этот отчет должен быть подготовлен. Каждый такой отчет должен быть представлен перед

парламентом, если подготовленный госсекретарем и если подготовленный Ассамблейею будут заложены ранее и опубликованы Ассамблейею.

К сожалению, в водном законодательстве Великобритании границы водоохранных зон четко не обозначены. Можно предположить, что это связано с высокой урбанизацией и густонаселенной местностью.

Таким образом, сравнивая водные законодательства двух государств, России и Великобритании, можно сделать несколько выводов. В Водном кодексе нашей страны прослеживаются положения, заимствованные из законодательств других государств, что не удивительно, так как законодательная система Российской Федерации претерпела существенные изменения с 1993 года. Законодательство Великобритании, в свою очередь, составлено в соответствии с установившимися в государстве многовековыми традициями, являясь классическим примером правовой системы. Такой подход характерен для правовых систем Великобритании, а так же ряда других государств, например Соединенных Штатов Америки. При этом источниками права являются обычаи, возведенные в статус закона и судебные прецеденты.

Каждому государству присуще свой тип законодательства. Стабильной в экономико-политическом плане Великобритании характерен классический стиль права, а для развивающейся России соответствует совершенствующееся законодательство.

Литература

1. Водный Кодекс РФ 3 июня 2006 года N 74-ФЗ
2. Water Act 2003 (Закон о воде 2003)
3. <http://www.gicpv.ru/book27-20.htm>
4. <http://b-energy.ru/biblioteka/ekologiya-konspekt-lekcii/254-ohrana-vodnyh-resursov.html>
5. <http://green.tsu.ru/dep/water%20management/vodohrannye%20zone/>, <http://www.tnews.tomsk.ru/stats/33/2360/>

ОЦЕНКА УРОВНЯ ТЕХНОГЕННОЙ ОПАСНОСТИ ПРОМЫШЛЕННЫХ СТОКОВ ДЛЯ ЭКОСИСТЕМЫ РЕКИ АБА

Д.С. Зотова

Научный руководитель ассистент И.В. Горбунова

Новокузнецкий филиал Национального исследовательского Томского политехнического университета, г. Новокузнецк, Россия

Малые реки – это реки длиной до 100 км. Но несмотря на размеры, именно они составляют основу гидрографической сети, определяют своеобразие состава воды, формируют гидрологический, биологический и биохимический режимы средних и крупных рек. Малые реки наиболее уязвимы от вредных внешних воздействий. В первую очередь в них сбрасывают и сливают неочищенные стоки промышленные предприятия, в их водоохранных зонах почти никогда не проводятся берегозащитные, противоэрозионные и лесовосстановительные мероприятия, а если и проводятся, то не по всей длине, а фрагментарно, бессистемно.

Именно нарушение водного режима малых рек ведет в первую очередь к экологическим осложнениям в водном мире. Поэтому защита малых рек - это такое дело, без которого улучшение состояния окружающей среды просто невозможно.

Малые реки, расположенные в границах города Новокузнецка, используются как приёмники промышленных, хозяйственно-бытовых и ливневых сточных вод. Поэтому проблема их сохранения здесь очень актуальна. Лидером по загрязненности среди новокузнецких речек является река Аба. Много лет она является приёмником неочищенных стоков КМК (преемник «ЕвразЭК») и МКП «Водосеть». В связи с этим особое значение приобретает оценка техногенной опасности промышленных стоков предприятий в эту реку.

Цель работы – определение уровня техногенной опасности промышленных стоков для экосистемы р. Аба (на примере ОАО «Евро-Азиатская энергетическая компания»).

Река Аба (в переводе с шорского – отец) – это левый приток р. Томи. Бассейн расположен в пределах юго-западной части Кузнецкой котловины. Река берет своё начало в районе г. Киселевска, на склонах Тырганского плато и впадает в р. Томь слева на 580 км от устья. Длина реки 71 км, площадь водосбора 867 км². На её пути расположены гг. Киселевск, Прокопьевск и Новокузнецк.

До начала Кузнецкстроя р. Аба была чистой рекой с цветущими берегами. В ней водилось 29 видов рыб. Среди них тихоокеанская и сибирская минога, осетр, стерлядь; целое семейство лососевых – таймень, нельма, манерка, речной сиг и муксун, хариус, щука; карповые – чебак, елец, голянь, линь, сибирский пескарь, сибирская щиповка; налим из семейства тресковых; окунь и ерш. В настоящее время река больше похожа на коллектор, куда идут сбросы новокузнецких шахт, НКМК и других предприятий. И черный поток воды никак не вяжется со словом река. В её русле и берегах находятся многолетние угольные и мазутные отложения. Согласно данным гидрохимического контроля (по индексу загрязненности воды), в 1995–1997 гг. вода р. Аба отнесена к 5 классу (вода грязная), а с 1998–1999 гг. перешла в 4 класс (вода загрязненная). Доля сточных вод, прошедших очистку (но недостаточно очищенных) в общем объеме сточных вод в р. Абу существенно не меняется и составляет 0,1 % в 2005 г. и 0,2 % – в 2006 г.

На настоящий момент ОАО «ЕвразЭК» не имеет согласованных нормативов ПДС. Предприятие осуществляет сбросы сточных вод в поверхностные водные объекты – рр. Аба и Конобениха без очистных сооружений. При этом объемы сброшенных сточных вод за период 2007 г. в р. Аба составили более 29 млн м³.

В основе оценки опасности всех видов нарушений лежит общий принцип, основанный на определении объемов загрязненных стоков (или изъятых вод) и размеров превышения их нормативных уровней. Оценка потенциальной опасности сточных вод предприятий для водоема производится по формуле [1]:

$$D_i = V_i \cdot \frac{W_i}{N_i}$$

где D_i – величина техногенной опасности для нормального состояния водоема, выраженная в тыс. м³ чистой воды, необходимой для устранения опасности – разбавления вредных стоков; V_i – объем загрязненного стока, тыс. м³; W_i – величина нарушения – концентрация максимально опасного загрязнителя в стоке, мг/л; N_i – нормативное значение нарушения – предельно допустимая концентрация максимально опасного загрязнителя в водоеме рыбохозяйственного назначения, мг/л.

В 2010 г. с промышленными стоками предприятия ОАО «ЕвразЭК» в воду реки Аба поступало 10 веществ, относящихся ко второму, третьему и четвертому классам опасности. Общая величина техногенной опасности для этих веществ составила 2313,125 млн м³ (табл.). Из них наибольшее значение этого показателя характерно для нитритов, наименьшее – для формальдегида.

Таблица

Характеристика величины техногенной опасности загрязняющими веществами промышленных стоков ОАО «ЕвразЭК» (млн. м³) в 2010 г.

Загрязнители	Концентрация загрязнителя (W_i)	ПДК (N_i)	Величина техногенной опасности (D_i)
Нефтепродукты	0,39	0,05	226,2
Взвешенные вещества	3,49	0,75	134,94
Железо	0,54	0,1	156,6
Нитраты	47	40	34,075
Нитриты	4,59	0,08	1663,87
Свинец	0,018	0,1	5,22
Сульфаты	109	100	31,61
Фенолы	0,0017	0,001	49,3
Формальдегид	0,002	0,05	1,16
Хлориды	0,035	0,1	10,15
ИТОГО			2313,125

Гидрохимический анализ сточных вод ликвидированных шахт [2] показал, что на территории области продолжается загрязнение не только подземных водотоков, но и поверхностных водных объектов, принимающих в свои русла шахтные воды: рр. Томь, Анжера, Мишиха, Малая Чесноковка, Большая Камышная, Б. Бачат, Аба, Кондома, ручей Калачиков лог.

Из определяемых тяжелых металлов при сбросе в реки коммунально-бытового назначения ПДК превышаются только по марганцу. Среднегодовое концентрации марганца в шахтных водах находятся в интервале 0,045–0,96 мг/л.

По данным ученых [3] последние годы вода в реке Абе стала более щелочной. В Абе, створе Томи ниже черты города предельно допустимые концентрации соединений группы азота превышены в 2 раза, выше нормы нефтепродуктов.

Среднегодовой сток реки Аба не превышает одного кубокилометра. Исходя из проведенных расчетов, количество воды, необходимой для разбавления загрязненных стоков, составляет 2,313 км³. Этот показатель почти в два с половиной раза превышает годовой сток исследуемого водоема.

Таким образом, можно сделать вывод, что экосистема реки Аба имеет в сложившихся условиях водопользования очень низкий потенциал самоочищения и её воды не способны устранить опасность загрязнения стоками даже одного из целого ряда предприятий, осуществляющих в нее промышленные сбросы. Для уменьшения угрозы наводнений берега реки были освобождены от водных растений, которые способствовали улучшению экологического состояния реки.

В этих условиях особое значение приобретают следующие мероприятия:

- использование предприятиями водооборотных циклов и снижение объемов загрязненных стоков, поступающих в реку Аба;
- разработка доступных технологий для очистки карьерных и шахтных вод, характерных для Кемеровской области, от веществ, по которым в настоящее время отсутствуют экономически и экологически целесообразные методы очистки;
- внесение корректировок в «Методику разработки нормативов допустимых сбросов загрязняющих веществ и микроорганизмов в водные объекты» с учётом возможности устанавливать экономически и экологически целесообразные НДС на основе применения наилучших доступных технологий очистки сточных вод;
- использование методов фиторемедиации по методике С.А. Остроумова [5, 6]. Фиторемедиация – это комплекс методов очистки вод, грунтов, атмосферного воздуха с использованием зеленых растений. В Кемеровской области [4] широко распространены высшие водные растения (макрофиты), которые

оздоровительных береговых зонах и т.п.: роль судов в проблеме загрязнения водоёмов определяется как неблагоприятная [2].

Другим источником загрязнения водоёмов можно считать подсланевые воды, которые образуются в машинных отделениях судов и отличаются высоким содержанием нефтепродуктов. В населенных пунктах на берегах Телецкого озера нет оборудованных полигонов для размещения ТБО и полей фильтрации для КО, в том числе подсланевых вод теплоходов и катеров, которые вывозятся на свалку производственных отходов ООО "Тайга", а также в другие места – отработанные карьеры и пр.

Для оценки характера влияния маломерного транспорта на Телецкое озеро был проведен анализ 13 проб воды с пелагиали озера, 6 проб – литорали, а также были изучены 5 проб, взятых из притоков озера.

Полученные данные были сравнены с ПДК, Предельно-допустимые концентрации (ПДК) нефтепродуктов составляет $0,05 \text{ мг/дм}^3$ — для водоемов рыбохозяйственного назначения.

Отношение количества нефтепродуктов к ПДК колеблется от 0,1 ПДК до 2,8 ПДК. Наибольшее содержание загрязняющего вещества обнаружено в створе Иогач – Артыбаш (2,6 ПДК – 2,2 ПДК – 2,8 ПДК), чуть меньшее содержание было обнаружено в створе Чедор - Бол. Корбу (2,6 ПДК). В остальных пунктах отбора и створах содержание нефтепродуктов не превышает предельно допустимые нормы.

Анализ распределения маломерных судов на Телецком озере на пике туристского сезона в июле-августе позволил выделить 3 участка озерной акватории (по убыванию интенсивности движения судов): 1) ее крайняя северо-западная часть на отрезке с. Артыбаш – мыс. Караташ; 2) центральная часть (мыс. Караташ – вдп. Корбу); 3) южная часть (вдп. Корбу – мыс. Кырсай).

Таблица

Содержание нефтепродуктов в Телецком озере

Станция	НП, мг/л	НП/ПДК	
Пелагиаль			
Створ Иогач-Артыбаш	Иогач	0,13	2,6
	центр	0,11	2,2
	Артыбаш	0,14	2,8
Тевенек	0,067	1,34	
Мыс Караташ	0,09	1,8	
Створ Нянкочь-Яйлю	Нянкочь	0,005	0,1
	центр	0,054	1,08
	Яйлю	0,084	1,68
Створ Чедор-Бол. Корбу	Чедор	0,08	1,6
	центр	0,05	1
	Б. Корбу	0,13	2,6
Кокши	0,098	1,96	
Чулышман	0,1	2	
Литораль			
Залив Тевенек	0,046	0,92	
Залив Ойер	0,07	1,4	
Залив Самыш	0,042	0,84	
Залив Колдор	0,044	0,88	
Камгинский залив	0,042	0,84	
Кыгинский залив	0,042	0,84	
Притоки			
Исток р. Бии,	0,005	0,1	
Река Тевенек	0,04	0,8	
Река Ойер	0,046	0,92	
Река Самыш	0,074	1,48	
Река Колдор	0,044	0,88	

Пользование маломерными судами является слабо регламентируемым, особенно в северной части озера. Кроме наведения элементарного порядка в регистрации судов, их периодическом техническом осмотре, санитарно-гигиеническом контроле и пр., необходимо создать надлежащую береговую инфраструктуру по техническому обслуживанию и заправке судов, в том числе утилизации их отходов (подсланевых вод, ТБО, коммунальных отходов).

Проведя изучение характера распространения нефтепродуктов в Телецком озере и их связи с распределением маломерного транспорта, можно сказать, что наблюдается загрязнение, превышение составляет 2,6–2,8 ПДК. Необходимо принимать меры, чтобы содержание нефтепродуктов не возрастало: необходимо помнить, что Телецкое озеро является уникальным водным объектом и содержит огромные запасы пресной питьевой воды, кроме того, его бассейн обладает богатой флорой и фауной.

Литература

1. Алекин О.А. Основы гидрохимии. – М.: Мысль, 1983. – 270 с.

2. Денисов И.С. Основные виды антропогенных воздействий на природные комплексы Алтайского заповедника / И.С. Денисов // Изучение природы Алтае-Саянской страны: Материалы научной конференции – Горно-Алтайск, 2002. – С. 123–130.
3. Ежегодные данные о качестве вод суши 1999–2010 гг. Государственный водный кадастр. – Новосибирск: Зап.-Сиб. тер. управление по гидрометеорологии и мониторингу окруж. среды.

МИКРОФЛОРА РОДНИКОВ УЛИЦЫ ИЗВЕСТКОВОЙ Г. ПРОКОПЬЕВСКА (КЕМЕРОВСКАЯ ОБЛАСТЬ)

О.В. Казанцева

Научный руководитель доцент Н.Г. Наливайко

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Издавна вода родников считалась самой чистой. В настоящее время ситуация изменилась: очень часто вода родников содержит вредные вещества. Актуальность данной работы состоит в том, что население улицы Известковой г. Прокопьевска использует воду расположенных в ее окрестностях родников в качестве источников питьевого водоснабжения. Целью данной работы была оценка безопасности воды родников по их микробиологическому составу. Для этого в разные сезоны года было проведено опробование 4 родников, из которых забирается вода для хозяйственно-питьевого водоснабжения. Вода двух из них (родники №1 и №2) смешивается в коллекторе и поступает в уличный водопровод. Из водопровода были отобраны две пробы воды: проба №5 – из крана в доме в верхней части улицы и проба №6 из крана в нижней части улицы. В отобранных пробах воды был изучен комплекс микробиологических показателей, а затем полученные результаты сравнивались с существующими санитарно-гигиеническими и экологическими нормативами. В комплексе с микробиологическими исследованиями изучали макрокомпонентный состав, органолептические показатели и органическое вещество родников. В процессе изучения использовали общепринятые методики микробиологического и химического анализа [1, 2]. Анализ микробиологического и химического состава проводили сразу же после отбора проб, минуя стадию хранения.

В пробах воды, отобранных из родников, выявляли и количественно учитывали органотрофную микрофлору, осуществляющую в аэробных и анаэробных условиях биогеохимический круговорот основных биогенных элементов: углерода, азота, и серы. Были изучены микроорганизмы следующих физиологических групп: бактерии группы кишечной палочки, мезофильные и психрофильные сапрофиты, олиготрофы, нефте- и углеводородокисляющие, денитрифицирующие, гетеротрофные железобактерии, образующие охру и железобактерии, переводящее железо из окружающей их среды внутрь клетки; а также денитрифицирующие и сульфатовосстанавливающие. Биогеохимическое и экологическое значение изученных физиологических групп бактерий описано в ряде работ авторов [1, 2, 3].

Бактерии группы кишечной палочки (энтеробактерии) выращивали на твердой среде Эндо, учитывая все окрашенные колонии. Сапрофитов выращивали на мясопептонном агаре при разном диапазоне температур: мезофильные сапрофиты культивировали при 37 °С, подсчитывали по истечению суток; психрофильные сапрофиты культивировали при 22 °С, подсчитывали через пять суток. Олиготрофы выращивали на агаризованной дистиллированной воде. Для подсчета колоний использовали лупу и счетчик колоний. Денитрифицирующие, сульфатовосстанавливающие микроорганизмы учитывали методом предельных разведений на средах Гильта и Постгейта соответственно. Для выявления и количественного учета гетеротрофных железобактерий использовали агаризованную среду Калиненко. Нефтеокисляющие микроорганизмы выращивали на агаризованной среде Мюнца с добавлением 1% стерильной нефти. Бактерии, окисляющие пареообразные углеводороды, выращивали на среде Мюнца в эксикаторах в течение двух недель. Рост оценивали по характеру образующейся пленки в условных единицах.

Одновременно были изучены органолептические показатели и химический состав воды как составляющие характеристики среды обитания микроорганизмов.

Результаты исследования микробиологического состава воды родников в летний межсезонный период показали (табл.), что энтеробактерии присутствовали только в двух родниках, причем в одном из них в очень большом количестве – 1460 КОЕ/мл. Такую воду нельзя использовать без хлорирования и длительного кипячения, так как в ней могут присутствовать патогенные микробы.

Мезофильные сапрофиты присутствовали в воде всех родников в количестве не значительно превышающем санитарно-гигиенический норматив, за исключением родника №3. Количество психрофильных сапрофитов в большинстве не выходило за пределы экологического норматива для чистой воды, за исключением родника №3. Наименьшим количеством микробов всех групп характеризуется вода родника №4. Энтеробактерии в нем отсутствуют, значение ОМЧ значительно ниже норматива.

Количественное соотношение сапрофитных и олиготрофных микроорганизмов показало, что воды всех родников способны к самоочищению, несмотря на явные признаки их загрязнения поверхностным стоком. О том, что загрязнение с поверхности существует, свидетельствует наличие в составе органотрофной микрофлоры протей, который проявлял рост на различных средах, затрудняя подсчет микробов. Как известно, протей является показателем загрязнения местообитания органическим веществом животного происхождения. Чаше всего он попадает в воду из почвы или обитает в обросте водопроводящих систем.

В составе органотрофной микрофлоры количественно доминируют нефтеокисляющие и гетеротрофные железобактерии. Пейзаж нефтеокисляющих бактерий всех родников представлен очень мелкими и карликовыми колониями, Это говорит о том, что в основном присутствуют бактерии, неокисляющие нефть, а

нефтеотолерантные, хотя в процессах самоочищения они также принимают участие. В составе гетеротрофных железобактерий в большом количестве, сравнимом с нефтеотолерантными, присутствуют бактерии, поглощающие двухвалентное железо. Железобактерии, отлагающие гидроокись железа на поверхности клеток, обнаружены в одном роднике в небольшом количестве.

В составе анаэробной микрофлоры в некоторых родниках обнаружены сульфатвосстанавливающие бактерии. Особенность их здесь такова, что при незначительном количестве они имеют максимальную активность.

Таблица

Микробиологический состав родников (по результатам опробования в сентябре 2011 г.)

№ родников	Физиологические группы бактерий								
	БГКП, КОЕ/мл	ОМЧ, КОЕ/мл	Бсп.	Болиг., Кл/мл	ИО	Бно., кл/мл	Бжо., кл/мл	Бжп., кл/мл	Бсв., кл/мл/баллы
1	0	70*	420	410*	1,0	7640	0	9300	0
2	60	60	920	3550*	3,8	16000	0	14400	10/15
3	1460	850	10400	14720	1,4	33900	0	39200	0
4	0	20	200	550	2,7	8700	0	42000	10/15
5	0	10*	10*	740*	74,0	4300	50	6460	0
6	0	30	720	2000	2,7	3100	0	36800	1/9

Примечание: звездочкой отмечены случаи обнаружения протей; БГКП – бактерии группы кишечной палочки; ОМЧ – мезофильные сапрофиты; Бсп. – психрофильные сапрофиты; Болиг. – олиготрофы; ИО – индекс олиготрофности; Бно. – нефтеокисляющие бактерии; Бжо. – железобактерии, образующие охру; Бжп. – бактерии, поглощающие железо; Бсв. – сульфат восстанавливающие бактерии.

Экологическое состояние изученных родников по микробиологическим показателям можно характеризовать следующим образом. По количеству психрофильных сапрофитов вода родников №1, №2 и №4 – умеренно загрязненная. Вода родника №3 по этому же показателю – грязная.

По количеству мезофильных сапрофитов вода родников №1 и №2 является загрязненной, вода родника №4 – чистой, а №3 – очень грязной.

Для всех родников характерно повышенное содержание нефтеокисляющих бактерий. По их количеству вода родников №1, №2 и №4 является умеренно-загрязненной. Вода родника №3 по этому показателю характеризуется как грязная.

Для использования в хозяйственно-питьевых целях, в соответствии с полученными результатами микробиологического анализа, безопасной является вода родника №4. Воду родника №3 для этих целей лучше не использовать.

Вода родников №1 и №2, пройдя по водопроводным трубам, становится более чистой. В ней отсутствуют энтеробактерии; значение показателя ОМЧ становится ниже нормативного; по количеству нефтеокисляющих микробов вода характеризуется как чистая, и только лишь по количеству психрофильных сапрофитов вода характеризуется как умеренно-загрязненная.

В воде родников №1 и №2 обнаружен протей – показатель поверхностного загрязнения. Он также присутствует и в пробе воды из крана в верхней части улицы. Это указывает на возможность загрязнения воды родников поверхностным почвенным стоком. Особенно это касается родников, вода которых накапливается в коллекторе. Вода из крана характеризует экологическое состояние родников.

Литература

1. Гавришова Н.А. О комплексе микробиологических показателей при характеристике качества воды. Самоочищение и биоиндикация загрязненных вод. – М.: Наука, 1980. – С. 74–80.
2. Корш Л.Е., Артемова Т.З. Ускоренные методы санитарно-бактериологического исследования воды. – М.: Медицина, 1978. – 272 с.
3. Нетрусов А.И., Егорова М.А., Захарчук Л.М и др. Практикум по микробиологии. – Москва: АCADEMA, 2005. – 604 с.

РАСЧЕТ РУСЛОВЫХ ДЕФОРМАЦИЙ РЕК ЛЕСОТУНДРОВОЙ ЗОНЫ (НА ПРИМЕРЕ р. ЕРКАЛ-НАДЕЙ-ПУР)

К.И. Карманова

Научный руководитель доцент М.В. Решетько

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Северные территории Западной Сибири отличаются чрезвычайно густой гидрографической сетью, поэтому интенсивное освоение месторождений нефти и газа в этих районах тесно связано с проектированием и строительством сооружений на берегах рек и различного вида переходов через них линейных инженерных коммуникаций (нефтегазопроводов, линий электропередач, мостовых переходов и т.д.). Надежность эксплуатации таких сооружений и степень воздействия их на окружающую среду существенно зависят от прогноза русловых деформаций.

Действующие в настоящее время нормативные документы по расчету русловых деформаций, разработанные на основе теории русловых процессов, предполагают их применение, в основном, на реках немерзлотной зоны. В зоне многолетнемерзлых пород (ММП) русловые процессы имеют свои специфические особенности. Мерзлота может играть роль фактора как сдерживающего, так и усиливающего скорости деформации берегов при растеплении.

Целью данной работы является рассмотрение особенностей русловых процессов на реках лесотундры и условий применения методики, разработанной на кафедре ГИГЭ. Основная задача – сравнить русловые деформации измеренные в исследуемом районе и спрогнозированные русловые деформации по методике кафедры ГИГЭ.

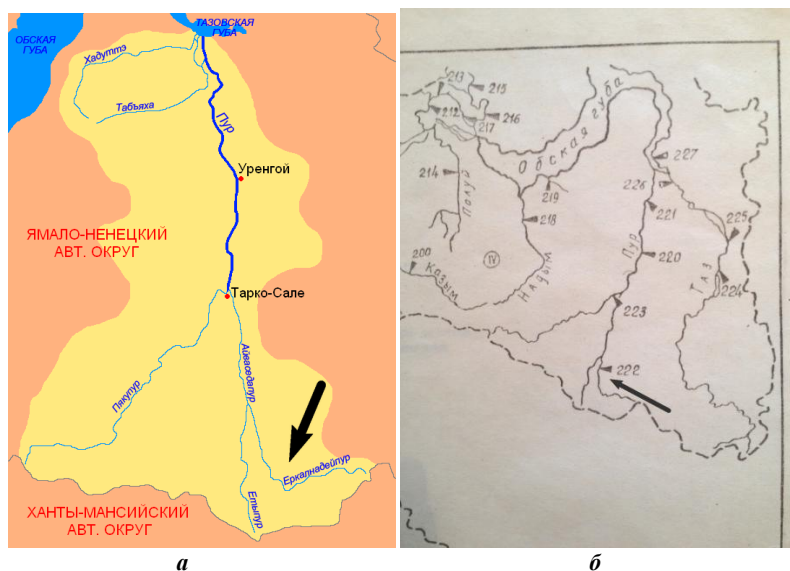


Рис.1 Схема расположения объекта исследований – а [1] и гидроствора Халесовой – б [2]

Исследуемая территория располагается в северной части Западно-Сибирской низменности. Объектом исследований является р. Еркал-Надей-Пур, принадлежащая бассейну Карского моря нижнеобского бассейнового округа (рис. 1а, б). Район представляет собой пологую слабоволнистую равнину, имеющую общий уклон с юга на север. Современные четвертичные отложения территории представлены в основном песчаными и песчано-илистыми грунтами со значительным процентом льдистости. Суровые климатические условия, длительный зимний период, наличие многолетней мерзлоты и своеобразный характер подстилающей поверхности определяют водность рек территории и их гидрологический режим, от которого в значительной степени зависят русловые процессы. Для большинства рек характерно сильное меандрирование, малые уклоны и относительно небольшие скорости течения. Ложа русел сложены, в основном, песками. Скорости течения в меженный период изменяются от 0,3 м/сек на плесовых участках, до 0,6 м/сек на перекатах. Во время половодья скорости течения достигают 2–2,5 м/сек. Все рассматриваемые реки по характеру водного питания относятся к снеговому и частично дождевому и грунтовому типам. Водный режим рек характеризуется ясно выраженным весенне-летним половодьем, дождевыми паводками в теплый период года и длительной устойчивой зимней меженью. На малых реках ледостав может устанавливаться сразу без предварительных ледовых явлений [1, 2, 3].

Из русловых образований следует отметить обилие песчаных пляжей, особенно вдоль выпуклых берегов излучин. Вогнутые берега излучин подвержены интенсивному размыву. Реки данной территории относятся к типу свободного меандрирования (по гидроморфологической теории руслового процесса, разработанной в Государственном гидрологическом институте (ГИИ) [4]).

Русловой процесс представляет собой постоянно происходящие изменения морфологического строения русла, обусловленные действием текущей воды. Русловой процесс находится в сложных взаимоотношениях с комплексом природных условий водосбора реки. Климатические условия и свойства подстилающей поверхности водосбора определяют объем и режим жидкого стока и формирование твердого стока. С другой стороны, русловые деформации зависят от уклона русла, определяющего скорости течения; характера и состава грунта, слагающего русло и речную долину, непосредственно сказывающегося на количестве сносимого водой твердого материала; видового состава и степени развитости растительного покрова, увеличивающего своей корневой системой связность почв и грунтов. Также сильно на русловые процессы влияет термический и ледовый режимы, которые могут вызывать повышенную береговую эрозию и блуждание русла. Особенно это влияние сказывается в районах распространения многолетнемерзлых пород [5].

По многочисленным исследованиям ряда ученых характерными особенностями области многолетнемерзлых пород являются:

1) в зависимости от состояния вечномерзлые грунты берегов могут играть роль временно сдерживающего фактора, т.к. прочностные характеристики промерзших пород близки к скальным, а также роль

фактора, ускоряющего размыв берегов при их растеплении (т.к. льдистые мелкодисперсные породы при оттаивании могут приобретать текучие свойства) [6];

2) для всех рек области многолетнемерзлых пород характерно неравномерное внутригодовое распределение стока [7];

3) рост антропогенного влияния на речную сеть, что ухудшает ее экологическое состояние, а в отдельных случаях повышает интенсивность русловых деформаций;

4) на малых реках, перемерзающих за зимний период полностью, размывы берегов не превышают 0,25 м/год;

5) при техногенном вмешательстве скорости отступления берега возрастают в 1,3 раза для рек с осередковым типом руслового процесса и в 3,3 раза для свободно меандрирующих рек, по сравнению с участками, находящимися в естественном состоянии [8].

В данной работе материалом исследований послужили данные из гидрологических ежегодников об измеренных уровнях воды, ширине русла (рис. 2), максимальной глубине потока [1, 2, 9] и была использована методика измерения и прогноза вертикальных и плановых (горизонтальных) деформаций речных русел при отсутствии разновременных русловых съёмов на основе материалов режимных гидрологических наблюдений за расходами и уровнями [10].

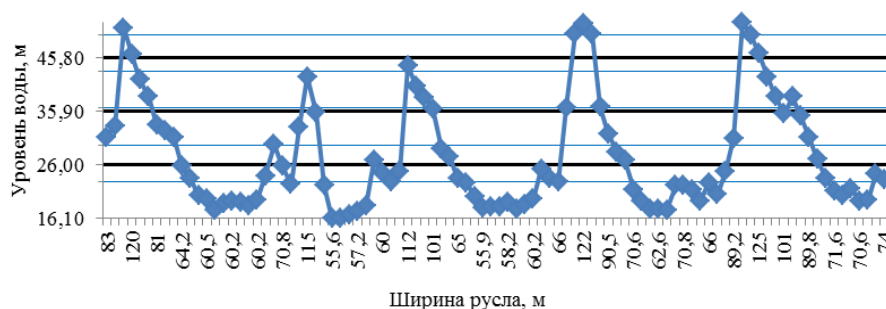


Рис.2 Опорный график для расчета по методике соответствующих изменений уровней воды и ширины русла на р. Еркал-Надей-Пур гидропост Халесовой

Таблица

Пример расчёта для получения оценки плановых (горизонтальных) русловых деформаций

Фиксированные уровни воды Z, м															
23,2				29,0				34,8				40,6			
Дата	В, м	Z, м	Лед	Дата	В, м	Z, м	Лед	Дата	В, м	Z, м	Лед	Дата	В, м	Z, м	Лед
11.07.1965	66	23,5	нет	01.07.1965	77,0	31,2	нет	21.05.1965	87	33,2	да	21.05.1965	87,0	33,2	да
–	65,5	23,2	–	–	71,7	29,0	–	–	91,1	34,8	–	–	106,1	40,6	–
20.07.1965	61,0	20,3	нет	07.07.1965	64,2	25,9	нет	07.06.1965	134	51,4	нет	07.06.1965	134	51,4	нет
Минимум	62,6	–	–	–	71,7	–	–	–	86,9	–	–	–	88,2	–	–
Максимум	73,8	–	–	–	85,2	–	–	–	98,6	–	–	–	114,2	–	–
D (B)	11,2	–	–	–	13,5	–	–	–	11,7	–	–	–	26	–	–
Dmax (B)	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	26	–	–

По результатам расчетов искомая максимальная амплитуда изменений ширины русла реки составит 26 м и максимальная амплитуда изменений глубины – 2,13 м. Полученные данные достаточно хорошо согласуются с исследованиями авторов, в которых измеренные максимальные плановые деформации составляют от 5 м до 40 м в год [6, 11].

Литература

1. ru.wikipedia.org
2. Гидрологический ежегодник. – Том 6. – Бассейн Карского моря (западная часть), 1970.
3. Ресурсы поверхностных вод СССР. – Том 15. – вып. 3. – М.: Гидрометеиздат, 1973.
4. Кондратьев Н.Е., Попов И.В., Смищенко Б.Ф. Основы гидроморфологической теории руслового процесса. – Л.: Гидрометеиздат, 1982. – 272 с.
5. Кондратьев Н.Е., Попов И.В., Смищенко Б.Ф. Теория и методы расчета русловых процессов / Генеральные доклады IV Всесоюзного гидрологического съезда. – Л.: Гидрометеиздат, 1975. – С. 158–175.
6. Левашов А.А. Особенности русловых процессов на реках зоны с глубоким промерзанием фунтов (на примере рек Надым и Полуи): автореферат дис... канд. геогр. наук. – Л.: 1976. – 21 с.
7. Маккаев Н.И., Чалов Р.С. Русловые процессы. – М.: Изд. МГУ, 1986.
8. Путилин В.И. Прогноз русловых деформаций северных рек и защита сооружений от размыва (на примере Надым-Пуровского междуречья): автореферат дисс... канд. техн. наук. – Тюмень, 2004. – 23 с.
9. Гидрологический ежегодник. – Том 6. – Бассейн Карского моря (западная часть). – 1965, 1967–1970 гг.
10. Савичев О.Г., Решетько М.В. Методы ориентировочной количественной оценки твердого стока и русловых деформаций для равнинных рек таежной зоны Западной Сибири // Инженерные изыскания, 2012. – № 1. – С. 52–56.

11. Николаев Б.М. Размыв и защита берегов в реках Тюменского Севера // Труды V Всесоюзного съезда. – кн.1. – 1988. – С. 213–221.

ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ВОДЫ РЕКИ ТУИМ ШИРИНСКОГО РАЙОНА М.И. Кокова

Научный руководитель доцент М.Л. Махрова
Хакасский государственный университет им. Н.Ф. Катанова, г. Абакан, Россия

В гидрографической сети любого водосборного бассейна преобладают ручьи и малые реки. В России насчитывается свыше 2,5 миллионов малых рек, на их долю приходится 99% всех естественных водотоков страны, а протяженность составляет 94% длины всех рек. Именно на берегах малых рек проживает значительная часть населения России. Вопросы использования малых рек представляют особый интерес. Они, являясь начальными звеньями гидрографической сети, формирующими более крупные реки, в то же время наиболее чутко реагируют на прямые (водозабор, сброс) и косвенные (динамические процессы на водосборной площади) антропогенные воздействия.

Главная особенность формирования стока малых рек - их очень тесная связь с ландшафтом бассейна, что и обуславливает их уязвимость при чрезмерном использовании не только водных ресурсов, но и водосбора. Малые реки выполняют функции регулятора водного режима ландшафтов, поддерживая равновесие и перераспределение влаги. Они определяют также гидрологическую и гидрохимическую специфику средних и крупных рек. Значение малых рек как источников местного водоснабжения, невозможно переоценить. Ресурсы малых рек активно используются в сельском хозяйстве. Малые реки Ширинского района интенсивно используются в сельском хозяйстве, поэтому требуются регулярные исследования их гидрометрических, органолептических и химических параметров [1].

Объектом нашего исследования являлась р. Туим, которая берет начало в центральной части Батеневского кряжа на высоте 650 м над ур. моря и впадает в оз. Белё. Это самое крупное озеро в Республике Хакасия, площадью 75 км² и глубиной до 48,2 м, которое также славится своими целебными свойствами.

Общая длина реки составляет 68 км, а площадь водосбора – 832 км², уклон реки 4,3 ‰. 2/3 р. Туим протекает по Северо-Минусинской котловине, которая занята Юсо-Ширинской степью, имеющей холмисто-грядовый и куэстово-грядовый денудационный рельеф. В верховьях и среднем течении река носит горный характер, а в нижнем – равнинный. Больших притоков нет. Русло - меандрирующее, деформирующееся, высота берегов от 0,6 до 1,5 м. Основным источником питания для р. Туим является поверхностный сток во время снеготаяния, атмосферные осадки, грунтовые и подземные воды

Климат района исследования резко континентальный, с холодной зимой (средняя t ян. -20 °С) и жарким летом (средняя t июл. +18 °С). Для него характерны большие колебания не только годовых, но и суточных температур. Амплитуда среднемесячных температур воздуха составляет 40 – 41 °С. Среднее количество осадков за год составляет 233 мм. В районе исследования сформировались лугово-черноземные почвы, черноземы обыкновенные, аллювиальные почвы. В геологическом строении территория исследования состоит из разнообразных древних горных пород. В основном горные породы осадочного происхождения, времен девона и карбона.

По данным наших исследований, проводившихся в летнюю межень 2011 г., ширина реки увеличивается от 2 м до 4 м вниз по течению, глубина от 0,16 м до 0,30 м, скорость течения от 0,42 м/с до 0,61 м/с, расход воды составляет около 0,4 м³/с.

Река Туим протекает по территории пяти населенных пунктов: с. Туим, д. Тупик, аал Малый Спириин, п. Шира, с. Целинное, которые имеют общую численностью населения более 16 тыс. человек.

Самыми крупными населёнными пунктами является с. Туим и с. Шира, в которых представлены такие отрасли: обработка цветных металлов («Туимский завод по обработке цветных металлов»), перерабатывающими отраслями агропромышленного комплекса молочноконсервный комбинат, хлебопекарня и железная дорога Абакан – Красноярск.

Для оценки качества воды в пределах населенных пунктов использовались стандартные методики определения органолептических и химических свойств воды. Цветность воды в реке изменяется от бесцветной в верхнем течении до желтой в нижнем течении, запах – от 0 балла до 2 баллов, привкус от 0 баллов до 4 баллов, мутность изменяется от без осадка до мутной (табл. 1). В нижнем течении реки жесткость превышает нормы на 5,6 мг-экв/л. Общая минерализация воды в р. Туим колеблется от 252,0 мг/л до 996,0 мг/л, т.е. является пресной.

Таблица 1

Соответствие требованиям к качеству воды р. Туим (СанПин 2.1.4.544-96)

Показатели и единицы измерения	Норматив	Свойства воды		
		верхнее течение	среднее течение	нижнее течение
Запах, баллы	не более 2 – 3	0	2 ± 1	2 ± 1
Привкус, баллы	не более 2 – 3	0	3	4
Цветность, градусы	не более 30	7,8 ± 2	39,6 ± 4,2	65,7 ± 5,0
Мутность, мг/л	не более 2	<0,58	<0,58	<0,58

Таким образом, в соответствии требованиям к качеству воды нецентрализованного водоснабжения (СанПин 2.1.4.544-96) вода в р. Туим по органолептическим характеристикам является не пригодной для хозяйственного использования, кроме верхнего течения р.Туим.

На базе ФГУ Государственной станции агрохимической службы «Хакасская» (испытательная лаборатория) был проведён химический анализ проб воды в 3-х точках: 2,5 км от с. Туим (точка №1), искусственный водоём с. Целинное (точка №8), слияние рр. Туим и Даргужуль (точка №10). Выбор точек для отбора проб воды определялся прежде всего тем, чтобы сравнить результаты химических показаний в дали от антропогенного воздействия с водой после населённых пунктов (табл. 2).

Таблица 2

Химический состав воды р. Туим

Наименование показателей	Единицы измерения	Величина допустимого уровня	2,5 км от с. Туим (№1)	Искусственный водоём с. Целинное (№8)	Слияние рр. Туим и Даргужуль (№10)
Гидрокарбонат-ион (НСО ₃)	мг/л	–	286,7	329,4	506,3
Карбонат-ион (СО ₃)		–	< 6,0	<6,0	<6,0
Сульфаты (SO ₄)		500	15,8	65,1	203,8
Хлориды (Cl)		350	6,96	39,7	82,1
Кальций (Ca)		–	65,0	35,9	133,0
Магний (Mg)		–	12,2	35,9	71,7
Натрий (Na)		200	22,5	49,9	52,9
Жесткость общая (Са+Mg)	мг-экв/л	7,0	4,25	5,70	12,6
Общая минерализация	мг/л	1000	252,0	416,0	996,0
Водородный показатель	един. рН	6–9	7,3	7,2	8,0

Таким образом, в нижнем течении реки жесткость превышает нормы на 5,6 мг-экв/л. Общая минерализация воды в р. Туим колеблется от 252,0 мг/л до 996,0 мг/л, т.е. является пресной.

Химический анализ речной воды на содержание нефтепродуктов, АПАВ, БПК показал, что значительных превышений ПДК нет (табл. 3). Пробы воды были взяты в 4 точках: 3-й, 7-й, 9-й, 11-й, которые находятся после населенных пунктов (с. Туим, п. Шира, с. Целинное)

Таблица 3

Химические показатели качества воды р.Туим

Наименование показателей	Единицы измерения	№ 3	№7	№9	№11	ПДК
Нефтепродукты	мг/л	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	0,1
АПАВ	мг/л	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025	0,5
БПК	мг/л	2,2±0,5	3,25±0,8	2,5±0,1	4,1±1,1	4 мгО ₂ /л
ХПК	мг/л	29,7±0,9	28,03±0,22	32,03±0,3	45,7±3,6	30,0 О ₂ /л

Биохимическое потребление кислорода в речной воде колеблется от 2,2 мг/л до 4,1 мг/л, а химическое потребление кислорода – от 29,7 мг/л до 45,7 мг/л., т.е. показатели ХПК превышают предельно допустимую концентрацию на 2–15 мг/л, что указывает на значительное загрязнение органическими веществами речной воды.

Таким образом, по органолептическим показателям вода в р. Туим не пригодна для использования в хозяйственно-бытовых нуждах; по содержанию химических показателей не превышает ПДК, но имеется не значительное загрязнение органическими веществами, возрастающими вниз по течению реки.

Литература

1. Малик Л.К. Малые реки и перспектива освоения их гидроэнергетического потенциала / Малые реки России. – М.: Институт Географии РАН, Русское Географическое Общество, 1994. – С. 49–65.

ОБЩИЕ ЗАКОНОМЕРНОСТИ РАЗМЕЩЕНИЯ РАЗНЫХ ГЕОХИМИЧЕСКИХ ТИПОВ ОЗЕР НА ТЕРРИТОРИИ ЗАПАДНОЙ МОНГОЛИИ

М.Н. Колпакова

Научный руководитель профессор С.Л. Шварцев

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

При обработке нами геохимической информации о солевом составе вод озер Западной Монголии возникла необходимость систематизировать географические закономерности их пространственного распределения и составить карту-схему геохимических типов. Это в дальнейшем даст возможность изучать подробнее типовые объекты и обобщить информацию, связанную с процессами формирования состава озер разных геохимических типов.

Своеобразие морфометрических и морфологических особенностей строения котловин, высота их расположения над уровнем моря, физико-географические, геологические и климатические особенности строения местности и химический состав воды обуславливают разнообразие распределения геохимических типов озер. Расположение озер по территории МНР и их размеры в значительной степени обусловлены региональными особенностями климатической увлажненности и стока (табл.).

Таблица

Распределение озер Монголии по размерам их акватории (в км²) [2]

Градиент озер	Суммарная площадь, км ²	% от общего числа озер	% от суммарной площади озер
Самые малые (0,1—1,0)	893,0	85,0	5,6
Малые (1,1—10,0)	1201,0	13,1	7,5
Небольшие (10,1—50,0)	667,0	1,0	4,1
Средние (50,1—100,0)	767,0	0,3	4,8
Большие (100,1—1000,0)	3099,0	0,4	19,4
Крупнейшие (свыше 1000,0)	9369,0	0,2	58,9
Всего	15996,0	100,0	100,0

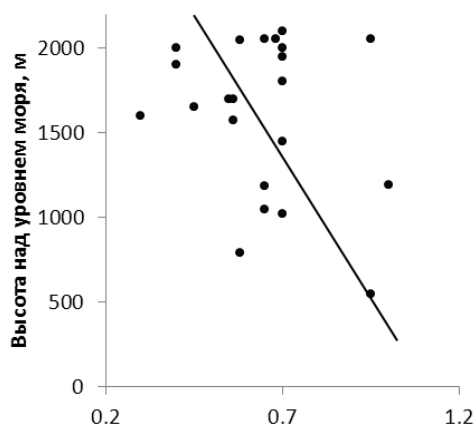


Рис.1 Изменение коэффициента компактности озер в зависимости от высоты их положения [2]



Рис.2 Распределение озер по абсолютной высоте территории Западной Монголии

Ведущие факторы, определяющие возникновение и развитие озерных комплексов, существенно варьируют в зависимости от высоты местности. В этом направлении изменяются климатические характеристики (радиационный баланс, температура воздуха, количество осадков и так далее), особенности циркуляции подземных и поверхностных вод, смена одних видов почв другими. Подобные изменения составляющих природной среды определяют существенные различия в характере географического распространения озер, условиях существования, динамике их развития [2].

Рельеф Западной Монголии отличается большим разнообразием. Большую часть исследуемой территории занимает замкнутая между Хангаем и Монгольским Алтаем котловина Больших Озер (КБО). В размещении озер по территории прослеживается высотная поясность. Например, коэффициент компактности озер изменяется с высотой их положения (рис. 1), что может быть связано со сменой рельефообразующих факторов при переходе от горных к равнинным условиям [2].

В то же время распределение озер по абсолютной высоте на территории МНР имеет ряд особенностей. Высотный интервал их распространения от нижнего предела до верхнего составляет 3050 м. Выделяется несколько высотных уровней с максимальным количеством озер на отметках от 1400 до 2000 м – около 50% всех изученных нами озер, от 1000 до 1200м – 24% озер, от 2000м и выше – 15%, и до 1000м – около 1% озер (рис. 2).

Анализ зависимости, представленной на рис. 3, показал, что минерализация изученных нами бессточных озер с объемом водной массы от 0,1 до 66 км³ изменяется от 4 до 20 г/л, а минерализация озер с водной массой менее 0,1 км³ может достигать 400 г/л и более.

С учетом всех показанных зависимостей, на территории Западной Монголии можно выделить три основные области распространения соленых озер: Монгольского Алтая, Хангая и Северной Гоби (котловины Больших Озер).

Горные озера Монгольского Алтая разнообразны по размерам, высоте расположения и морфологии котловин, в связи с чем их физические и геохимические свойства сильно варьируют. Соленых озер на севере Монгольского Алтая нет, минерализация наиболее соленых не превышает 3–5 г/л. Наиболее крупными и типичными для этого горного региона являются озера Ачит-Нуур, Толбо-Нуур, Урэг-Нуур, Дунд-Нуур, Бага-Нуур. Из них только два озера солоноватые (Урэг, Бага), их минерализация не превышает 4,3 г/л. Остальные озера пресные и ультрапресные. Чего нельзя сказать о южной части Монгольского Алтая, где сильно развиты сульфатные и реже хлоридные озера, такие как Ихес-Нуур, Тонхил-Нуур, Хулам-Нуур и др., соленость которых достигает 298 г/л. Все они отличаются довольно мелкими размерами (объем водной массы меньше 0,01 км³) и соответственно больше подвергаются испарительной концентрации солей.

Хангайский горный район характеризуется преобладанием небольших и средних по размеру озер, многие из которых солоноватые и соленые. Большинство озер этого района относится к хлоридному типу озер (Телмен-Нуур, Джугнай-Нуур, Ойгон-Нуур, Цавдан-Нуур).

В первую подгруппу озер этого региона по морфологическим и морфометрическим признакам можно объединить озера Джугнай-Нуур, Холбо-Нуур и Тунамал-Нуур (соленость 2,5–4,5 г/л). Средняя глубина этих озер не превышает 25 м, их котловины глубоко врезаны, защищены горами от эффективного воздействия ветра. Водный баланс и уровенный режим этой группы озер не изучен. По имеющимся данным, наряду с испарением значительную долю в расходной части водного баланса этих озер составляет подземный сток и инфильтрация через пески. Характерной чертой режима этих озер в последние десятилетия является тенденция к повышению уровня их вод, что особенно выражено на озерах Буст-Нуур и Джугнай-Нуур в виде затопления прибрежного леса.

Телмен-Нуур и Сангийн-Далай-Нуур – самые крупные озера Хангая составляют вторую немногочисленную подгруппу, типичную для этого района. Оба этих водоема бессточные и солоноватые (7,6 и 4,1 г/л соответственно). На обоих озерах имеются глубоководные районы с глубинами до 27–30 м. Это немногие из монгольских озер, для которых в первом приближении сведен водный баланс, из которого видно, что, как и вообще для бессточных озер Центральной Азии, ведущая роль в их питании принадлежит поверхностному стоку, реже подземному. Очевидно, что в настоящее время водный баланс горных озер претерпел изменение, учитывая устойчивую в последние годы тенденцию уровня воды к повышению, приводящему к затоплению прибрежных лесов на оз. Сангийн-Далай-Нуур и террас на оз. Телмен-Нуур [1].

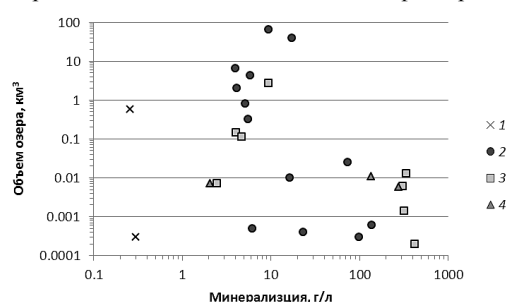
И, наконец, в отдельную подгруппу входят хлоридные озера Цавдан и Ойгон, минерализация вод которых составляет соответственно 340 и 19 г/л. Озеро Цавдан – сравнительно небольшой водоем площадью около 5 км². Глубины озера не превышают 0,6–1,0 м [3]. На водоеме ведется добыча поваренной соли. В водном балансе озер этого региона ведущая роль в их питании принадлежит поверхностному стоку, а современный ход уровней имеет тенденцию к повышению.

Пожалуй, наиболее интересным и разнообразным по геохимическим характеристикам является Гобийская область Западной Монголии. Разнообразие физико-географических особенностей и климатических факторов, изменение которых происходит не только по сезонам, но и в межгодовом ходе, формируют самые различные геохимические типы озер. Здесь расположены крупнейшие озера Монголии: Хиргис-Нуур и Увс-Нуур, Хара-Ус-Нуур, Хара-Нуур [2].

Большая часть озер данного региона относится к содовому типу озер с минерализацией от 5,1 до 99,6 г/л, которые и составляют первый подтип. К ним относятся такие озера, как Шаазгай-Нуур, Хара-Ус-Нуур (малое), Айраг-Нуур, Увс-Нуур и др., которые обычно характеризуются объемом водных масс больше 0,1 км³. Здесь расположено и оз. Хиргис – второй по глубине (47 м) и третий по площади (1407 км²) бессточный водоем Монголии [3], соленость которого достигает почти 8 г/л.

Однако встречаются исключения – оз. Давсан-Нуур, Бага-Гашун-Нуур, Бага-Нуур и Сууж-Нуур относятся к хлоридному типу. У некоторых озер минерализация достигает 418 г/л, что может быть связано с их небольшими объемами (все озера меньше 0,0002 км³), соответственно повышенным испарением с поверхности озера и наличием дополнительных источников питания хлоридными водами.

Итак, в исследуемом регионе среди изученных озер преобладают содовые (48 %), на втором месте хлоридные (41 %) и относительно редко встречаются сульфатные (11 %), которые в своем расположении строго подчинены их высоте расположения над уровнем моря, а также морфологическим и климатическим особенностям.



3. Церэнсодном Ж. Каталог монгольских озер. – Уланбатар: Шуувун Сараал, 2000. – 141 с. (На монг.)

ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ ПОДЗЕМНЫХ ВОД ПРИ ОТРАБОТКЕ УРАНОВЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ МЕТОДОМ ПОДЗЕМНОГО ВЫЩЕЛАЧИВАНИЯ НА ПРИМЕРЕ ХИАГДИНСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ УРАНА (ЗАБАЙКАЛЬСКИЙ КРАЙ)

К.А. Коновалова

Научный руководитель доцент Г.П. Сидорова
Забайкальский государственный университет, г. Чита, Россия

Урановые руды методом обрабатываются подземного выщелачивания (ПВ) с 1957 г. Особенно эта технология распространена в США, Казахстане и Узбекистане, где этим способом добывается вся урановая руда. В настоящее время способом подземного выщелачивания добывается 21% всего урана в мире.

Этот метод за короткое время прошел все стадии исследований, разработки и промышленного внедрения на гидрогенных месторождениях, залегающих в проницаемых осадочных породах депрессионных зон земной коры. Вскрытие, подготовка рудных тел и добыча урана осуществляется через скважины. Месторождения урана гидрогенного происхождения характеризуются разнообразным минералогическим составом, крайне сложными горнотехническими и гидрогеологическими условиями залегания, что в значительной мере затрудняет либо полностью исключает их обработку традиционными горными способами. Уже имеется большой положительный опыт добычи урана. В статье рассмотрены важные аспекты, которые оказывают весьма существенное положительное влияние на экономические, социальные и экологические условия разработки месторождений урана методом подземного выщелачивания.

Месторождения 2 группы – с бедными и убогими рудами, несущими в себе запасы урана, до последнего времени не были вовлечены промышленную разработку традиционными способами добычи по технико-экономическим соображениям.

Однако разнообразные горно-геологические и горнотехнические условия месторождений в каждом конкретном случае обусловили необходимость новых решений для их эффективного освоения. Урановые месторождения Хиагдинского рудного поля расположены в Центральном Забайкалье в пределах Баунтовского района Республики Бурятия. Все они относятся к гидрогенному типу и по своим геотехнологическим показателям пригодны для обработки высокоэффективными скважинными системами подземного выщелачивания. Все рудные залежи Хиагдинского рудного поля расположены на небольших глубинах от поверхности, в основном, не превышающих 150–250 м, характеризуются однотипностью геологического разреза и гидрогеологических условий и по своим геотехнологическим показателям являются благоприятными для обработки способом ПВ.

Урановое оруденение вскрывается на глубине 160–175 м, мощность его составляет от 4 до 14 м и приурочено к неогеновым вулканогенно-осадочным породам Джилдиндинской свиты слагающим палеодолину. Руда локализуется на участках развития руслопойменных фаций, отличающихся широким развитием углефицированной растительной органики. Рудные тела залегают непосредственно на кристаллическом фундаменте и характеризуются субгоризонтальным залеганием, и пластоволноточной морфологией. Амалатское плато базальтов и, в частности, залежь V Хиагдинского месторождения представляют собой бассейн порово-пластовых и трещинно-пластовых вод, приуроченных к вулканогенным и вулканогенно-осадочным породам. В результате гидрогеологических работ на исследуемой территории выделены следующие типы подземных вод:

1. воды деятельного слоя;
2. водоносный горизонт вулканогенных отложений неогена;
3. водоносный горизонт рыхлых отложений неогена (продуктивный);
4. воды разломов.

Питание водоносного горизонта происходит за счет фильтрации трещинных вод фундамента в верховьях микробассейнов. Разгрузка подземных вод на дневную поверхность отсутствует, также отсутствует гидравлическая связь продуктивного горизонта с водоносным горизонтом базальтов, в котором уровни устанавливаются обычно на 5–20 м выше. Отсутствие гидравлической связи двух горизонтов отмечено также и при проведении опытных откачек. Кроме того, их химический состав различен. По содержанию макро и микроэлементов подземные воды продуктивного водоносного горизонта не пригодны для хозяйственно-питьевого водоснабжения. Направление потока подземных вод происходит от вершины к устью полеодолины. В ходе режимных наблюдений установлена относительная сезонная стабильность статистических уровней продуктивного горизонта в течение года и независимость от количества выпавших атмосферных осадков. Для контроля процесса растекания технологических растворов за пределы обрабатываемого контура оборудованы наблюдательные скважины. Сква. 28-н и 30-н оборудованы до глубины 120 м на водоносный горизонт базальтов. Сква. 6-н, 11-н, 27-н, 29-н оборудованы на продуктивный водоносный горизонт с установкой фильтров в пределе рудного интервала. При ПВ загрязнение обычно сводится к воздействию на водоносный горизонт химически активных веществ и соединений, используемых и образующихся в процессе извлечения урана из недр. Это загрязнение имеет локальный характер, но представляет потенциальную экологическую опасность, поэтому должно строго контролироваться как в процессе подземного выщелачивания, так и после его завершения при рекультивации подземных водоносных горизонтов. На предприятиях России по добыче урана методом ПВ в качестве реагента используется серная кислота. Выщелачивающий раствор реагирует не только с урановыми минералами, но и с рудовмещающей породой. В результате в подземные воды помимо серной кислоты могут

поступать также SiO_2 , радионуклиды, макрокомпоненты Ca, Fe, Al, Fe, микрокомпоненты Zn, Cu, Ni, Se, Be, V, Co, Cr, Ti и т.п. При этом общая минерализация подземных вод возрастает. Все растворенные вещества в подземных водах имеют разную миграционную способность. Дальше всего мигрирует сульфат ионы (SO_4^{2-}), менее активно мигрируют Ca^{2+} , Fe^{2+} , Al^{3+} , Fe^{3+} , UO_2^{2+} и другие катионы.

Таким образом, по ореолу распространения сульфат иона можно судить о загрязнении подземных вод. Для обеспечения охраны подземных вод в районе расположения геотехнологического предприятия по добыче полезных ископаемых методом ПВ, необходимо уметь контролировать и прогнозировать распространение загрязняющих веществ в подземном водоносном горизонте, как во время, так и после завершения разработки месторождения. Распространение загрязняющих веществ в подземных водах определяется большим количеством взаимосвязанных физико-химических процессов и зависит от гидрогеологического строения подземного водоносного горизонта. Существующая система мониторинга на Хиагдинском месторождении позволяет вести строгий контроль за экологическим состоянием подземных и поверхностных вод.

Литература

1. Мамилов В.А. Добыча урана методом подземного выщелачивания. – М.: Атомиздат, 1980. – 248 с.
2. Арене В.Ж. Сквжинная добыча полезных ископаемых. – М.: Недра, 1984. – 275 с.

ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ ХОЗЯЙСТВЕННО-ПИТЬЕВОГО ВОДОПОЛЬЗОВАНИЯ НА ТЕРРИТОРИИ ОБЬ-ТОМСКОГО МЕЖДУРЕЧЬЯ

М.П. Коробенкова, М.А. Ткачева

Научный руководитель профессор В.К. Попов

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Понятие «геоэкологическая безопасность» считается составной частью экологической безопасности, которая в законе ФЗ №7 от 10.01.2002 г. «Об охране окружающей среды» определено как «как состояние защищенности жизненно важных интересов личности, общества, государства; защищенности окружающей природной среды от угроз, возникающих в результате антропогенных и природных воздействий на нее» [1, 2].

Геоэкологическая безопасность водных ресурсов – совокупность состояний, процессов и действий, обеспечивающая экологический баланс в окружающей среде и не приводящая к жизненно важным ущербам (или угрозам таких ущербов), наносимым природной среде и человеку.

В докладе рассмотрены основные принципы геоэкологической безопасности и их реализация для устойчивого водопользования на территории Обь-Томского междуречья. Первый принцип включает в себя реализацию права человека на здоровую окружающую среду и обеспечение населения водой, которая соответствует санитарно-гигиеническим нормативам; второй принцип – государственный контроль за осуществлением любых форм хозяйствования; третий принцип – экологическая экспертиза, реконструкция экологически опасных объектов; четвертый – государственный мониторинг водных объектов; пятый – информирование населения о качестве воды.

Обь-Томское междуречье – географический и туристский район, расположенный между реками Обь и Томь на территории Томской, Кемеровской, Новосибирской областей и Алтайского края. Территория характеризуется разнообразием водных ресурсов. На Обь-Томском междуречье в пределах Томской области отмечается достаточно густая сеть малых рек. В Обь-Томском междуречье сосредоточены запасы подземных вод, играющие основную роль в хозяйственно-питьевом водоснабжении и при организации землеустройства территории. Здесь сконцентрировано 58,3 % утвержденных эксплуатационных запасов подземных вод и на его долю приходится 75 % всей извлекаемой воды Томской области.

Обь-Томское междуречье по экологическим, физико-географическим и гидрогеологическим условиям является районом, благоприятным для формирования и сохранности вод хозяйственно-питьевого назначения. Однако экологическая ситуация на этой территории в последние годы становится все более напряженной из-за сильного антропогенного воздействия (нарушение технологических регламентов на расположенных здесь промышленных и сельскохозяйственных предприятиях, вырубка лесов, развитие деятельности садовых кооперативов непосредственно в зонах санитарной охраны водозабора и т.п.). Томский водозабор расположен в лесо-таежной ландшафтной зоне с благоприятными физико-географическими условиями питания подземных вод. Однако в результате антропогенного воздействия естественные природно-территориальные комплексы претерпевают значительные изменения. Для обеспечения санитарно-эпидемиологической надежности водопользования в соответствии со СНиП 2.04.02-84 на Томском водозаборе предусмотрено создание зон санитарной охраны источников водоснабжения водопроводных сооружений и водозаборов.

Расчет зон санитарной охраны проведен ОАО «Томскгеомониторинг», которые в настоящее время необходимо вынести на местность. Зоны источников водоснабжения включают три пояса: 1 – строгого режима, 2 и 3 – режимов ограничения (рис. 1).

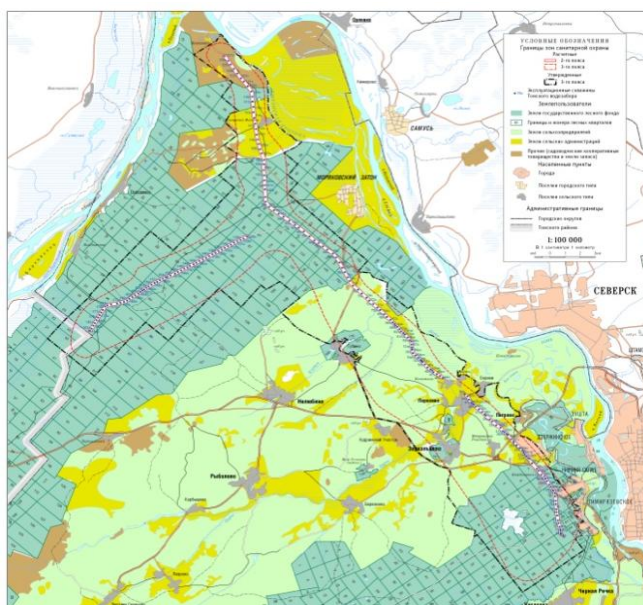


Рис.1 Зоны ЗСО Томского водозабора (ОАО Томскгеомониторинг, 2010)

Интенсивная многолетняя эксплуатация водозабора привела к формированию обширной депрессионной поверхности, границы которой выходят за пределы ОТМ, вызвала значительные нарушения в гидрохимическом и гидродинамическом равновесии подземной гидросферы четвертично-палеогеновых и верхнемеловых отложений, повлияла на геоэкологические условия территории Обь-Томского междуречья. Изменился водный режим болот, и заболоченных территорий, неглубокие забивные скважины и колодцы в южной части территории стали безводными, обмелело оз. Песчаное, наблюдаются процессы осыхания и ускорения минерализации торфов, изменяется состав растительности.

Вблизи от Томского водозабора и двух Северских водозаборов, эксплуатирующих подземные воды палеогеновых и меловых отложений в объеме 290 тыс. м³/сут. и имеющих общую депрессионную воронку (рис. 2) на северо-востоке расположены объекты Сибирского химического комбината г. Северска, где происходит переработка и утилизация радиоактивных веществ. Здесь производится закачка жидких радиоактивных отходов в водоносные горизонты меловых отложений на глубину от 280 до 400 м [4].

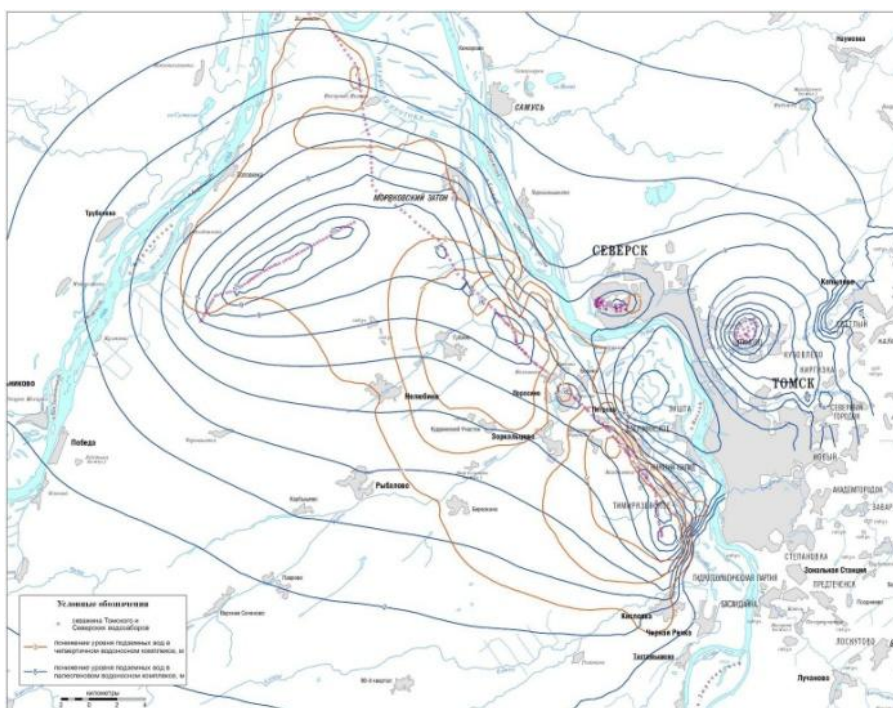


Рис.2 Карта гидродинамических условий Томского и Северских водозаборов (ОАО Томскгеомониторинг, 2010)

В процессе стационарных режимных наблюдений, проводимых ОАО «Томскгеомониторинг» на территории нижнего течения р.Томи по скважинам опорной и объектной сети, изучаются гидродинамический и гидрогеохимический режимы подземных вод в нарушенных и естественных условиях.

На территории Обь-Томского междуречья периодически проводятся радиологические исследования. За период 1990–2004 гг. разными исследователями в нескольких случаях было обнаружено превышение фона по α - β -, γ -активности, что объяснилось возможным поступлением загрязнителей по затрубному пространству скважин. По данным ОАО «Томскгеомониторинг» и «Томскводоканал» показатели общей β -активности в воде скважин Томского водозабора соответствует нормативам. Чтобы обезопасить водопользование необходим тщательный контроль объектов окружающей среды и исключение всех возможных источников загрязнения атмосферы и гидросферы в районе ОТМ.

Вопросами состояния гидросферы Обь-Томского междуречья и правобережья реки Томи занимаются многие организации, но деятельность их не скоординирована, не налажен обмен информацией, которая чаще всего не выходит за пределы той исследовательской организации, где выполнялись работы. Имеющийся потенциал может быть востребован при реализации совместной программы по комплексному мониторингу подземных вод, включающему гидрогеохимические, гидродинамические и инженерно-геологические исследования.

Литература

1. Эколого-экономические аспекты эксплуатации подземных вод Обь-Томского междуречья / Под ред. Г.М. Рогова. – М.: Изд-во ТГАСУ, 2003. – С. 52–66.
2. Лукашевич О.Д. Совершенствование хозяйственно-питьевого водопользования для повышения уровня его экологической безопасности. – М.: Изд-во ТГАСУ, 2006. – 26 с.
3. Хоружая Т.А. Оценка экологической опасности. – М.: «Книга сервис», 2002. – 208 с.
4. Информационный бюллетень Сибирского федерального округа; выпуск с 2007 по 2010 гг. – №4–7. – ОАО «Томскгеомониторинг»

ЭКОЛОГО-ПРАВОВЫЕ АСПЕКТЫ ВОДОПОЛЬЗОВАНИЯ ДЛЯ СТРОИТЕЛЬСТВА И ЭКСПЛУАТАЦИИ ОТВОДНЫХ ПЕРЕХОДОВ НЕФТЕПРОВОДОВ

А.А. Кривошеина

Научный руководитель доцент В.В. Янковский

Национальный Исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Нефтегазовый комплекс является одним из мощнейших источников негативного влияния на окружающую среду, его воздействие сказывается на всех компонентах ландшафта, в том числе и на водных объектах. Перевозка нефти и нефтепродуктов неотъемлемая часть данного комплекса, трубопроводный транспорт на сегодняшний день является наиболее экономически выгодным способом транспортировки газа, нефти и нефтепродуктов.

Для транспортировки нефти и газа в центральные и западные районы сооружаются трубопроводы длиной до 5000 км [3]. Трубопроводы такой протяженности пересекают огромное число разнообразных водных препятствий: малых и больших рек, водохранилищ, озер, глубоких болот и т.д. Пересечение водных преград магистральными трубопроводами чаще всего решается путем строительства подводных переходов.

Подводный переход – особый конструктивный элемент линейной части магистрального трубопровода, пересекающий водную преграду и уложенный, как правило, с заглублением в дно водоема. Подводные переходы сами по себе не представляют особой опасности для окружающей среды, опасность для нее, а тем более для водных экосистем представляют нефтепродукты, транспортируемые по трубопроводам. Подводные переходы трубопроводов относятся к типу пассивных сооружений, не способных влиять на характеристики руслового процесса, но подверженных его влиянию. Располагаясь под судоходной частью рек и каналов, наиболее подвержены механическим повреждениям из-за размывов, оползней, волочения якорей, при дноуглубительных работах. Повреждения, даже незначительные, могут привести к утечкам нефтепродуктов. Вследствие токсичности нефти и нефтепродуктов наносится огромный ущерб обитателям водной среды. Такие утечки представляют наибольшую угрозу для водоема, поскольку транспортируемый продукт попадает непосредственно в водоём.

Согласно пункту 5 части 2 статьи 11 Водного кодекса Российской Федерации строительство подводного перехода осуществляется на основании Решения на пользование водными объектами (при строительстве трубопроводов и подводных переходов) [1]. Оформление решения необходимо только на период строительства перехода. Поэтому при дальнейшей эксплуатации водного объекта водопользователь не обязан отчитываться о состоянии водоема, в связи с чем не требуется проводить мониторинг подводных участков трубопроводов. Данное обстоятельство приводит к отсутствию наблюдений на наиболее опасных участках, следствием чего может быть не своевременное обнаружение утечек нефтепродуктов в водоем.

При отсутствии мониторинга утечки нефти, газа, конденсата и других загрязнителей нередко обнаруживаются через 12 ч и более после начала их проявления, а незначительные утечки могут быть обнаружены спустя несколько суток [2]. Зачастую, попадание загрязняющих веществ в водоем остаются незаметными и наносят большой ущерб почти всем объектам окружающей среды.

Ярким примером можно назвать аварию произошедшую на территории Томской области в 2011 г. на реке Ягыльях. Обращения о загрязнении реки нефтепродуктами стали поступать в ведомство с начала февраля 2011 года. В ходе проверки было установлено, что на подводном переходе трубопровода компании ОАО «Томскнефть» ВНК происходил прорыв. В компании заявили, что последствия разлива нефти были ликвидированы. Однако по данным проверки, загрязнение реки нефтепродуктами началось еще раньше, в конце января, причем иные аварии, способные привести к этому, зафиксированы не были. Сообщения о покрывающей поверхность реки маслянистой пленке и гибели рыб, в том числе молоди, поступали до марта. По итогам проверки прокурор заключил, что разливом нефти причинен существенный ущерб растительному миру и рыбным запасам реки Ягыльях и поставил вопрос об уголовном преследовании виновных. По данному факту возбуждено уголовное дело по ч. 1 ст. 250 УК РФ (загрязнение вод, повлекшее причинение существенного вреда).

В связи с неоднократным поступлением в Федеральную службу по надзору в сфере природопользования заявлений по вопросу разъяснения необходимости предоставления водного объекта в пользование при размещении в акватории водного объекта подводных переходов Росприроднадзором были сделаны разъяснения [4]. Поскольку размещение подводных переходов трубопроводов (а так же других линейных сооружений) и их обслуживание является использованием водного объекта, то согласно пункту 2 ч.2 статьи 11 Водного кодекса Российской Федерации использование акватории водных объектов осуществляется на основании договоров водопользования. Поэтому собственники, использующие акваторию водного объекта с целью размещения подводных переходов трубопроводов, обязаны заключать договор водопользования.

На сегодняшний день среди многочисленных водопользователей, эксплуатирующих акваторию для подводных переходов, нет ни одного имеющего договора водопользования. Наличие Договора обязует водопользователей проводить регулярный мониторинг и отчитываться перед Федеральными органами о состоянии используемого водного объекта, что в дальнейшем может существенно снизить ущербы от аварий и утечек из трубопроводов, поскольку они будут своевременно замечены и устранены в кратчайшие сроки. Таким образом, водопользователь обязан получить Решение на строительство подводного перехода, а далее заключить Договор для его дальнейшей эксплуатации.

Литература

1. Водный кодекс Российской Федерации: федеральный закон Российской Федерации. от 03.06.2006 N 74-ФЗ: принят ГД ФС Российской Федерации 12 апреля 2006 г. // Парламент. газ. – 8 июня 2006. – Собрание законодательства РФ. – 2006. – № 23, ст. 2381. – С. 239–351.
2. Забела К.А., Краснов В.А., Москвич В.М., Сощенко А.Е. Безопасность пересечений трубопроводами водных преград // Под общ. ред. К.А. Забелы. — М.: ООО «Недра-Бизнесцентр», 2001. — 195 с.
3. Иванов В.А., Кузьмин С.В. и др. Сооружение подводных переходов магистральных трубопроводов. – Тюмень: ТюмГНГУ, 2003. – 217 с.
4. Письмо Федеральной службы по надзору в сфере природопользования от 25.08.2011 «О размещении в акватории водных объектов линейных объектов»

РАСПРОСТРАНЕННОСТЬ ХИМИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ В ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЯХ ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОДОТОКОВ ЧЕРЕПАНОВСКОЙ ПЛОЩАДИ (ЗАПАДНЫЙ САЛАИР)

К.В. Крохта

Научный руководитель доцент Н.В. Гусева

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Гидрогеохимические исследования в пределах Салаирского кряжа проводятся на протяжении многих лет, но в последнее время благодаря применению современных методов анализа появилась возможность исследовать более широкий спектр элементов в разных природных средах. Теперь на высоком уровне можно решать проблемы перераспределения элементов в системе вода-донные отложения, последние при этом являются основным объектом геоэкологических аквальных геосистем [2].

Целью данной работы является изучение распределения микроэлементов в донных отложениях поверхностных водотоков Черепановской площади в связи с оценкой эколого-геохимического состояния исследуемого района.

Административно территория Черепановской площади принадлежит в основном Новосибирской области и частично на юге Алтайскому краю. Район расположен в пределах области южного складчатого обрамления Западно-Сибирской плиты и включает в себя элементы трёх крупных тектонических структур – Кольвань-Томской складчатой зоны, Горловского прогиба и Северо-Западного Салаира.

Гидрографическая сеть развита хорошо и представлена рекой Бердю и её притоками – Койнихой, Шипунихой, Выдрихой, Укропом и др., а также притоками рр. Оби – Инёй, Еловкой и Чумыша – Тальменкой, Улыбердю, Боровлянкой. Значительная часть населения проживает в гг. Искитим и Черепаново, а также в посёлках городского типа – Евсино, Линёво, Легостаево, Безменово, Анисимово, Карагужево, Дорогино, Посевная, Листвянский, Медведск и лишь незначительная – в более мелких населенных пунктах.

На изучаемой территории активно развиты горнодобывающая промышленность, машиностроение, металлообработка, лесная, деревообрабатывающая, сельское хозяйство, пищевая и лёгкая промышленность, что может являться причиной загрязнения водотоков, и определяет актуальность работы [3].

В основу работы положены материалы опробования донных отложений поверхностных вод Черепановской площади. Отбор проб производился со дна рек и ручьёв. Определение координат пунктов опробования выполнялось с использованием GPS-приёмников. Всего на площади 4827 кв. км было отобрано 207 проб донных отложений по всем главным водотокам района, которые были проанализированы в арбитражных лабораториях г. Новосибирска эмиссионным полуколичественным спектральным анализом. Густота опробования составила 0,04 точки на кв. км.

Согласно анализу поведения химических элементов в донных отложениях, распределение большинства микроэлементов подчиняется логнормальному закону. При расчетах средних содержаний химических элементов для доведения до соответствия закону распределения возникла необходимость исключения аномальных значений, которые не свойственны распределению, что свидетельствует о значительной неоднородности рассматриваемой выборки.

В практике при оценке эколого-геохимического состояния территории по составу донных отложений производят сопоставление содержаний загрязняющих веществ в донных осадках с нормативными показателями (ПДК в почвах), с кларком литосферы, кларком осадочных пород или региональным фоном [2]. Так как фоновые значения содержания химических элементов в донных отложениях на данной территории не известны, в представленной работе производился сравнительный анализ полученных результатов с ПДК в почвах и кларком осадочных пород (глин) (табл.).

Анализ поведения титана, бария, ванадия, кобальта, циркония, ниобия, иттрия, церия, вольфрама, меди, цинка, бериллия и скандия в донных отложениях показал, что в некоторых точках исследуемой площади их содержания превышают соответствующий кларк глин в 1–5 раз. Фосфор, стронций, иттербий, бор, свинец и молибден в донных отложениях отдельных точек находятся в концентрации, превышающей кларк осадочных пород (глин) в 10 и более раз. А содержания серебра и марганца в донных отложениях в некоторых случаях превышают кларк более, чем в 20 раз.

Таблица

Результаты анализов состава донных отложений поверхностных вод Черепановской площади, Западный Салаир

Элемент	Минимальное значение*, г/т	Максимальное значение*, г/т	Среднее значение, г/т	ПДК (почвы), г/т	Кларк (глины), г/т	Кларк концентрации	Количество точек для расчета среднего значения
P	200 (90)	1000 (10000)	612,8	–	700	0,88	188
Ti	200	5000	2860,7	–	4600	0,62	206
Mn	100	6000 (20000)	976,7	1500	850	1,15	200
Ba	100	1500	350,0	–	580	0,60	206
Sr	80	600 (5000)	327,6	–	300	1,09	189
V	30 (6)	150 (200)	74,9	150	130	0,58	195
Ni	5	60	37,5	4	68	0,55	206
Co	1	30	14,0	–	19	0,74	206
Zr	50 (25)	200 (400)	131,7	–	160	0,82	190
Nb	5	40	13,2	–	11	1,20	206
Li	10	50	23,0	–	66	0,35	206
Y	6 (3)	50	18,1	–	26	0,70	195
Yb	1	3 (30)	1,6	–	2,6	0,61	172
Ce	5	80	35,2	–	59	0,60	206
La	10	60 (80)	20,0	–	92	0,22	194
B	8	100	36,2	–	10	3,62	206
Ga	1	20	11,3	–	19	0,59	206
W	1,5	3 (10)	2,1	–	1,8	1,17	197
Cu	6	60 (100)	33,7	3	45	0,75	199
Pb	5	40 (200)	13,7	32	20	0,69	204
Zn	20	300	75,7	23	95	0,80	206
Be	0,6	4	1,5	–	3	0,50	206
Ge	1	1,5	1,2	–	1,6	0,76	206
Sc	3	15 (30)	6,5	–	13	0,50	196
Sn	1	5	2,6	–	6	0,43	206
Ag	0,03	0,1 (1,5)	0,1	–	0,07	0,74	201
Bi	0,5	0,8 (5)	0,6	–	–	–	177
Mo	0,6	3 (30)	1,4	–	2,6	0,54	196

** В скобках приведены минимальные или максимальные значения содержания элемента в донных отложениях поверхностных вод Черепановской площади, исключенные при расчете среднего значения в связи с их резкой аномальностью*

Также изучено пространственное распределение химических элементов в донных отложениях поверхностных водотоков Черепановской площади. В донных отложениях рек северной и юго-восточной части планшета (Чернодыриха, Черная, Выдриха, Койниха, Грязнушка, Саева, Тальменка, Кинтереп, Листвянка, Улыбердь) выявлены повышенные значения содержания марганца, ванадия, циркония, бора, цинка и скандия. Содержания фосфора в донных отложениях, значительно превышающие кларк (до 14 раз), наблюдается в р. Сухая Каменка (т.н. 3066) и в устье р. Листвянка (т.н. 5068), а также в рр. Выдриха, Саева, Тальменка, Кинтереп. Резко аномальное содержание марганца наблюдается в р. Скаун в т.н. 5042 (13 ПДК). В реках Саева, Еловка, Кинтереп наблюдается повышенные содержания цинка, свинца и бария. В т.н. 3062 по р. Улыбердь в донных отложениях отмечено аномальное содержание Мо (до 11 кларка).

Для оценки эколого-геохимического состояния территории также рассчитан суммарный показатель загрязнения (Z_c), характеризующий эффект воздействия группы элементов, по следующей формуле:

$$Z_c = \sum K_k - (n-1),$$

где n – число учитываемых аномальных элементов, K_k – кларк концентрации. За нижний порог аномальности элемента принято содержание с кларком концентрации равным 1. И хотя суммарный показатель загрязнения был предложен для определения уровня загрязнения токсичными элементами почв, в последнее время он используется для сравнительной оценки уровня загрязнения других компонентов природной среды (донных отложений, природных вод, атмосферного воздуха, растительности) [1].

Обобщенный суммарный показатель загрязнения (Z_c) составляет 4,23 единицы, что отвечает низкому уровню техногенного загрязнения донных осадков и подтверждает важную депонирующую роль тонких илов, активно сорбирующих элементы-загрязнители.

Полученные в ходе изучения территории значения содержания микроэлементов в донных отложениях поверхностных вод Черепановской площади (Западный Салаир) в некоторых точках значительно превышают ПДК и кларк, что говорит о необходимости дальнейшего изучения поверхностных водотоков данной площади и выявления источников данных загрязнений.

Литература

1. Гуляева Н.Г. Методические рекомендации по эколого-геохимической оценке территорий при проведении многоцелевого геохимического картирования масштаба 1:1000000 и 1:200000. – М.: ИМГРЭ, 2002. – 72 с.
2. Опекунов А.Ю., Экологическое нормирование и оценка воздействия на окружающую среду: Учебное пособие. – СПб.: Изд-во СПб ун-та, 2006. – 261 с.
3. Котельников А.Д. Геологическое доизучение площади листа N-44-XVIII масштаба 1:200000 (Черепановская площадь). – Томск: ТГУ, 2007. – 155 с.

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПОСЛЕДСТВИЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ

Е.В. Кувшинова

Научный руководитель профессор В.К. Попов

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Вода – самый важный из вовлекаемых в хозяйственную деятельность человека природных ресурсов. По объему ежегодного использования она намного превосходит все вместе взятые другие добываемые ресурсы. Запасы воды на поверхности нашей планеты огромны, но 97,5% этих запасов – соленая вода и только 2,5 % – пресная. Однако 70 % пресной воды сосредоточено в ледниках и ледниковых покровах, другая часть – в почвенных водах или залегает глубоко под землей. В результате реально доступно человечеству менее 1 % пресной воды, или всего около 0,007 % всей массы воды на планете. В процессе потребления ресурсов человечество ежегодно перемещает порядка 300 млрд. т грунта и пород, тогда как из разнообразных водных источников каждый год отбирается более 4000 км³ воды, по массе на порядок больше остальных природных ресурсов в совокупности. Но дело не ограничивается забором воды из природных источников, и в процессе хозяйственной деятельности человечество использует воды значительно больше [1].

Экологическое состояние водных ресурсов определяется влиянием антропогенного и природного факторов.

Климат и гидросфера тесно связаны между собой, поэтому изменения в одной из этих систем приводят к изменениям в другой системе.

Такое важное составляющее водного цикла как испарение (включая транспирацию, т.е. суммарное испарение на суше) с ростом температуры увеличивается. Но это наиболее сложно измеряемая величина и ее изменения неоднозначны для разных условий.

Представляется правдоподобным, что испарение с поверхности океана должно вырасти, поэтому возможно формирование более мощной и протяженной облачности и, следовательно, усиление парникового

эффекта не за счет роста минорных парниковых газов, а вследствие увеличения концентрации паров воды – главного парникового газа в земной атмосфере.

Массопотоки природных вод, возникающие под влиянием антропогенной деятельности, включают объемы на бытовые нужды населения, промышленности, сельского хозяйства, затопление водохранилищ и т.п.

Антропогенная деятельность наиболее активно проявляется на земной поверхности и в самых верхних частях геологического разреза. Именно к этой поверхностной зоне и приурочены основные потоки природных вод. С глубиной антропогенное воздействие постепенно затухает, проявляясь на отдельных локальных участках, приуроченных в основном к местам добычи глубоко залегающих полезных ископаемых. Изменение водного режима заключается в снижении или увеличении среднемноголетней глубины залегания грунтовых и более глубоко залегающих подземных вод, а также существенных колебаниях их амплитуд и расходов [2].

Использование воды для транзита, очищения и захоронения отходов имеет исключительно важное экологическое значение, которое еще недостаточно оценено даже специалистами-экологами и гидрогеоэкологами и создает проблему загрязнения естественных водных объектов, от практического решения которой человечество сейчас очень далеко. Если такое решение возможно, для него потребуются многие десятилетия.

Производство практически любого вида продукции включает транзит воды через технические системы и загрязнение ее весьма разнообразными веществами. Фекальные загрязнения водных объектов появились вместе с урбанизацией территорий, т.е. не позднее 6 тыс. лет назад. Активное загрязнение органическими веществами связано с развитием сельского хозяйства и относится ко времени 500–1000 лет назад. Особенно много новых видов загрязняющих веществ появилось в XX веке. В 1900-е гг. началось антропогенное засоление (минерализация) водных объектов; в период между 1910 и 1920 гг. в сточных водах в значительных количествах появляются тяжёлые металлы; после 1930 г. растёт сброс органических веществ; после 1940 г. начинается эвтрофирование водных объектов; в 1950-е гг. отмечено поступление радионуклидов, а после 1960 г. – закисление вод. Именно загрязнение водных объектов в настоящее время является одной из главных экологических последствий использования водных ресурсов и основной причиной их дефицита.

Взаимодействие антропогенного и природного факторов обусловило появление такого экологического последствия использования водных ресурсов как водный дефицит.

Водный дефицит в одном регионе ставит проблемы для соседних регионов, оказывается для них внешним фактором, от которого зависит их собственная устойчивость развития. С этим связано еще одно обстоятельство, приводящее к глобальной постановке проблемы дефицита пресной воды [1].

В связи с крайней неравномерностью распределения водных ресурсов в мире и столь же неравномерным развитием экономики значительная часть стран мира испытывает недостаток воды. В современной науке о воде широко используются термины «водный стресс» (water stress) и «водный кризис» (water crisis). В соответствии с Всемирной программой оценки воды (WWAP) водный стресс определяется как ситуация нехватки воды удовлетворительного качества и количества для обеспечения нужд людей и окружающей среды, а водный кризис – как текущий распространенный и хронический недостаток безопасного и достаточного количества питьевой воды и канализации с высоким числом случаев водообусловленных заболеваний, с разрушением ветландов и деградацией качества воды в реках и озерах. Согласно данным ООН, около 700 миллионов человек в 43 странах постоянно находятся в условиях «водного стресса» и дефицита. Примерно одна шестая населения Земли не имеет доступа к чистой питьевой воде, а одна треть – к воде для бытовых нужд [3]. В этой связи появилось новое экологическое понятие «водные мигранты» – жители, покинувшие свои дома в лишенных воды регионах.

Недостаток пресной воды и бедность тесно коррелируют, водный дефицит нарастает вместе с нищетой и голодом, а, следовательно, вносит вклад в возникновение и усиление угроз локальных войн (со всеми вероятными осложнениями в более широких масштабах) и терроризма (в том числе и глобального). Не менее серьезной может быть угроза, обусловленная антисанитарией, неизбежно сопровождающей острый дефицит воды в коммунальном хозяйстве, – она становится причиной возникновения очагов инфекционных болезней и порождаемых ими эпидемий [1].

Глобальный характер экологических последствий использования воды и ее уникальная роль в мировой экономике, обязывает разработать и последовательно осуществлять как государственную, так и на уровне мирового сообщества в целом политику, направленную на обеспечение устойчивого водопользования.

Литература

1. Данилов-Данильян В.И., Хранович И.Л. Управление водными ресурсами. Согласование стратегий водопользования. – М.: Научный мир, 2010. – 232 с.
2. Зверев В.П. Подземная гидросфера. Проблема фундаментальной гидрогеологии. – М.: Научный мир, 2011. – 260 с.
3. Есть ли жизнь без воды. – Российская газета, 2010. – №5263 (Федеральный выпуск)

ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ ВОДЫ ОЗЕРА ШИРА (ХАКАСИЯ)

Е.А. Курбатова

Научный руководитель доцент А.Д. Назаров

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Озеро Шира – база знаменитого федерального одноимённого санатория комплексного наружного и внутреннего лечебного использования крепкосолёных озёрных и подземных вод, сапропелевых грязей (озера Утичьего) и других бальнеологических ресурсов расположено на территории Ширинского района Северной Хакасии, характеризующейся резко континентальным климатом с большими годовыми (85 °С) и суточными (30 °С) колебаниями температур, малым количеством осадков, небольшой влажностью воздуха сильными ветрами и увалисто-степным ландшафтом (рис.1, 2).

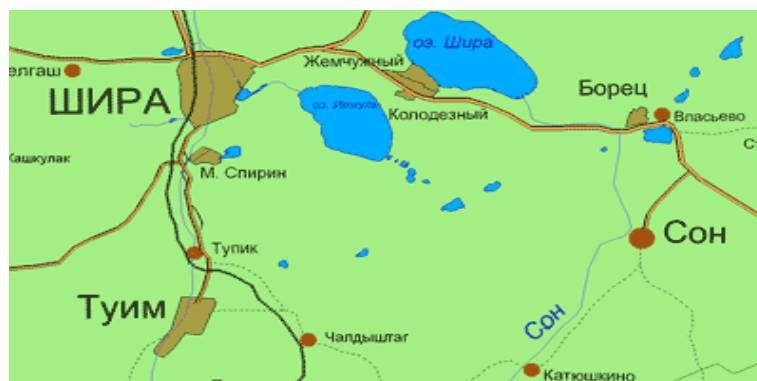


Рис.1 Местоположение озера Шира

Воды многих бессточных или слабопроточных озер степной зоны (Шира, Шунет, Беле, Утичи и др.) соленые или горько соленые. При этом наиболее засоленными являются воды озер, котловины которых выработаны в красноцветных песчаниках верхнего и вулканогенных толщах нижнего девона (ойдановская свита верхнего девона с прослоями гипса и др.).



Рис.2 Панорама озера Шира

Площадь водного зеркала 35,9 км². Максимальные ширина 5,3 км, длина 9,35 км и глубина 21,8 км. Длина береговой линии 24,5 км. Отметка уреза воды в озере – 353,9 абс. м. Питание водоёма обеспечивается за счёт р. Сон (40,8 %), подземных (17 %), атмосферных (31,6 %) поступлений [1].

Исследованиями химического состава озёрных и подземных вод занимались многие учёные (Савенков, 1890; Крутовский, 1896; Конаржевский, 1900; Курлов, 1927–1929; Эдельштейн, 1932; Диковский, 1935; Кусковский и др., 1989; Кривошеев и др., 1990; Парначёв, 1999; Копылова и др., 2005 и др.), которые отмечали высокую минерализацию, хлоридно-сульфатный магниевно-натриевый состав и бальнеологическую ценность озёрных и подземных вод. Более детальный анализ работ указанных авторов намечается выполнить в будущем.

В данной статье приводятся данные авторских кратковременных визуально-маршрутных и гидрогеохимических исследований западной части озера (вблизи санатория). В полевых условиях была отобрана и проанализирована проба озёрной воды в 5 м от берега и с глубины около 40 см. Формула Курлова воды имеет вид

$$M_{9,515} \frac{SO_4(55,4)Cl(28,6)HCO_3(13,3)}{Mg(49)Na + K(48,1)Ca(2,9)} pH(9)$$

Вода оказалась прохладной (18°С), прозрачной, щелочной (рН=9), солёной (9,5 г/л), хлоридно-сульфатной натриево-магниевой, очень жёсткой (ОЖ=77 мг-экв/л), приторно горьковатой на вкус, со слабо восстановительной средой (Eh= –29 мВ) и содержанием гидрокарбонат-иона – 1220 мг/л, сульфат-иона – 4000 мг/л, хлор-иона – 1530 мг/л, магния – 885,7 мг/л, натрия (с калием) – 1665,8 мг/л, аммония – 21 мг/л, кальция – 88 мг/л, карбонат-иона – 126 мг/л и нитрит-иона – 0,075 мг/л. Возможно и техногенное загрязнение [2] озера (рис. 3, 4).



Рис.3 «Нецивилизованная» зона отдыха на западном берегу озера Шира (с ямочной канализацией)

Озёрная вода, отобранная в 10 м от берега и на глубине около 80 см для лабораторного анализа, оказалась более минерализованной (12,2 г/л), щелочной (pH=9), очень жёсткой (ОЖ=79,75 мг-экв/л), хлоридно-сульфатной магниевно-натриевой с заметным повышением концентрации карбонат-иона (150 мг/л), сульфат-иона (5929 мг/л), хлор-иона (1590 мг/л), натрия (2506 мг/л) и магния (940 мг/л) и понижением содержания кальция (54 мг/л) и гидрокарбонат-иона (1007 мг/л). Концентрация калия – 52,4 мг/л и лития – 0,12 мг/л. Формула Курлова воды имеет следующий вид

$$M_{12228} \frac{SO_4(65,1)Cl(23,6)HCO_3(8,7)CO_3(2,6)}{Na(56,9)Mg(40,9)Ca(1,4)K(0,7)} pH(9)$$

Заметное различие значений солёности вод на разных глубинах указывает на возможное проявление вертикальной зональности. Пониженное же значение обеих солёностей относительно ранее выявленных (до 17 г/л и более) может указывать на возможность разбавления вод за счёт усиления в последние годы притока пресных вод. Такое предположение обусловлено выявленным нами до 10 м шириной от берега участком затопленных (на 50 см) берёзовых пеньков (диаметром до 20 см), указывающим на заметное расширение водной поверхности озера.

В эколого-гидрогеохимическое состояние озера заметный вклад вносит активное неподконтрольное использование его береговой линии в качестве нецивилизованной рекреационной зоны (рис. 3) с ямочной канализацией возле каждой машины или палатки и многочисленными минисвалками твёрдыми бытовыми отходами (рис. 4).



Рис.4. Несанкционированная утилизация твёрдых бытовых отходов в местах «нецивилизованного» отдыха

Литература

1. Копылова Ю.Г., Дутова Е.М., Васильев Б.Д. и др. Путеводитель по природным водам полигона учебных геологических практик в северной Хакасии. – Томск: Изд-во ТПУ, 2005.- 150 с.
2. Шварцев С.Л. Общая гидрогеология. – М.: Недра, 1998. – 450 с.

РАСПРОСТРАНЕННОСТЬ РЕДКОЗЕМЕЛЬНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ В ПРИРОДНЫХ ВОДАХ ХАКАСИИ

С.К. Леушина

Научный руководитель доцент Н.В. Гусева

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Природные воды Хакасии очень разнообразны по своему химическому составу и хорошо изучены. Однако на сегодняшний момент практически не затронуты вопросы распространения редкоземельных элементов в природных водах Хакасии. При этом эти элементы (РЗЭ) считаются важными микроэлементами в изучении и понимании различных геологических процессов, особенно в петрогенезисе магматических горных пород, в эволюции коры и мантии, а также используются как природные индикаторы геохимических процессов, протекающих в зоне гипергенеза. Кроме того, увеличивается поступление в природную среду редкоземельных

элементов с фосфатными минеральными удобрениями, с промышленными выбросами, в составе радиоактивных отходов и т.д. [4]

Целью работы является исследование распространенности редкоземельных элементов в подземных и поверхностных водах Хакасии с позиций эволюционного развития системы вода-порода и выявление влияния физико-химических показателей (рН, минерализация, химический состав вод) на особенности их поведения.

В основу работы положены данные химического состава вод 6 озер Хакасии: Березовое, Власьево, Челас-Коль, Шунет, Красненькое и Матарак, 2 рек: Кольчул и Белый Июс, 29 родников и 36 скважин Ширинского района Хакасии. Полученные образцы проанализированы в проблемной научно-исследовательской лаборатории НОЦ «Вода» НИ ТПУ и химико-аналитическом центре «Плазма» г. Томск.

При обработке данных рассчитывались среднеарифметические содержания химических элементов по каждой группе исследуемых водных объектов (табл.). Наибольшей минерализацией характеризуются озера (3,5 г/л – умеренно солоноватые), наименьшей – реки (0,07 г/л – ультрапресные). Воды родников и скважин по сумме солей тоже отличаются: родники являются собственно пресными (0,54 г/л), а воды скважин – слабосоленой (1,3 г/л). По значению рН воды всех исследуемых объектов являются слабощелочными и щелочными. Согласно классификации вод по общей жесткости вода в реках является очень мягкой, в родниках – жесткой, а в озерах и скважинах – очень жесткой.

Таблица

Средний состав исследуемых водных объектов Хакасии

№	Наименование объекта	t°C	рН	М, мг/л	О.Ж., мг-экв/л	мг/л							
						НСО ₃	SO ₄ ²⁻	Cl	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺	Si
1	Озера	20,58	8,63	3505,9	22,4	667,75	841,67	875,5	54,73	239,9	730,85	18	3,19
2	Реки	9,78	7,52	70	0,8	45	4,94	4,25	10,1	3,54	0,67	1,13	3,51
3	Родники	6,64	7,5	540,3	5,4	305,89	84,6	16,21	64,96	26,04	38,0	1,65	6,29
4	Скважины	5,7	7,5	1336,7	13,4	386,2	258,2	164,7	120,3	90,8	135,75	17,5	6,6

По соотношению основных анионов и катионов озерные воды можно охарактеризовать как сульфатно-хлоридные магниевые-натриевые, речные и родниковые воды – гидрокарбонатные магниевые-кальциевые, а вода из скважин – сульфатно-гидрокарбонатная натриево-кальциево-магниевая. Формулы Курлова исследуемых озер, рек, родников и скважин выглядят следующим образом, соответственно:

Озера

Реки

Родники

Скважины

Согласно анализу распространенности редкоземельных элементов, в реках и родниках наблюдается повышенное содержание редкоземельных элементов по сравнению с кларком речных вод. Относительно кларка морских вод содержание редких земель во всех исследуемых объектах больше (рис. 1). Это объясняется тем, что в речных водах более низкий рН, кроме того протекают процессы десорбции [2]. Для наглядности и возможности

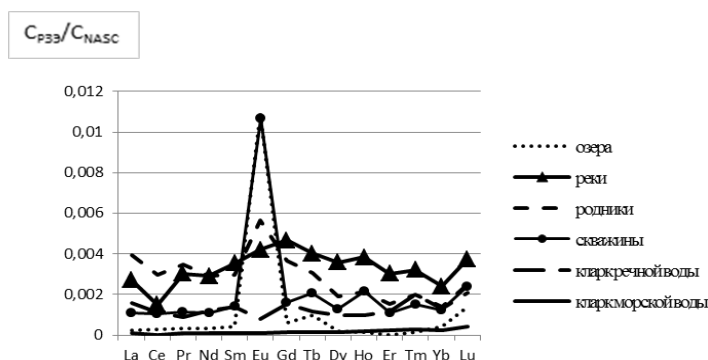


Рис.1 Профили распределения РЗЭ в исследуемых водных объектах (нормированные по отношению к североамериканскому сланцу NASC).

сравнения разных данных по содержанию редкоземельных элементов общемировой практикой принято их нормирование по содержанию в эталоне (североамериканском сланце NASC).

Из графика видно, что в озерной, родниковой воде и воде из скважин наблюдается положительная Eu-аномалия, объясняемая литологией вмещающих пород. Отрицательная аномалия Се в речных водах объясняется окислением Се²⁺ до формы Се⁴⁺, и соответственно, осаждения в последствии окисления [2].

Наибольшее содержание редких земель в исследуемых водных объектах отмечается в родниковых водах, наименьшее содержание редкоземельных элементов наблюдается в озерной воде (рис. 2).

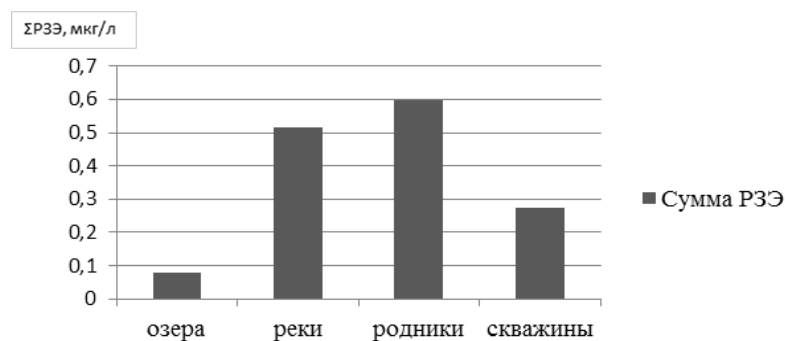


Рис.2 Содержание РЗЭ в исследуемых водах

Исследование зависимости поведения РЗЭ от рН и минерализации, которые, вероятно, являются определяющими параметрами в их распределении в рассматриваемых типах водных объектов показало, что чем больше щелочность вод, тем меньше содержания редкоземельных элементов в них, и соответственно, с увеличением минерализации вод, концентрация растворенных в ней редких земель уменьшается.

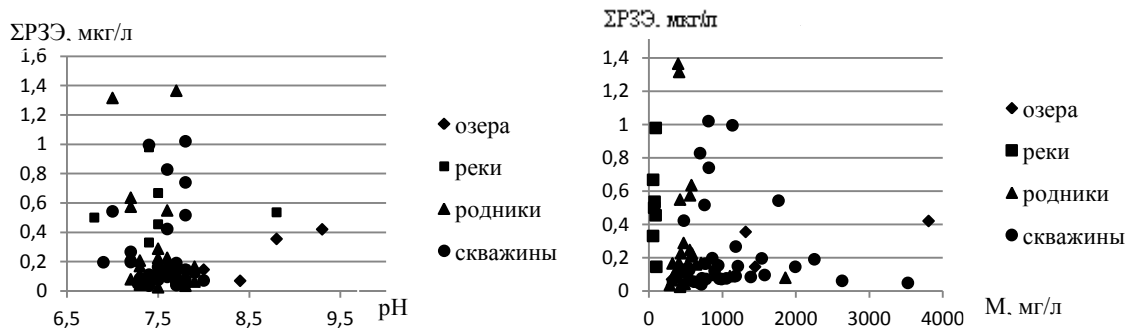


Рис.3 Графики зависимостей распространности РЗЭ от рН и минерализации исследуемых вод

Подобная зависимость может быть связана с благоприятными для накопления редкоземельных элементов обстановками в условиях низкой минерализации и рН [3].

Таким образом, проведенные исследования позволили впервые установить уровни накопления редкоземельных элементов в озерах, реках и подземных водах Хакасии. Показано, что максимальные концентрации редкоземельных элементов отмечаются в подземных водах и реках, характеризующихся более благоприятными условиями для их накопления.

Литература

1. Балашов Ю.А. Геохимия редкоземельных элементов. – М: Наука, 1976. – 267 с.
2. Брагин И.В. Термальные воды Сихотэ-Алиня. Состав и условия формирования: автореф. дисс... канд. геол.-минер. наук. – Томск, 2011. – 22 с.
3. Дубинин А.В. Геохимия редкоземельных элементов в океане; Дис. ... д-ра хим. наук. – М., 2004. – 430 с.
4. Чудаева В.А., Чудаев О.В. Особенности накопления и фракционирования редкоземельных элементов в поверхностных водах Дальнего Востока в условиях природных и антропогенных аномалий // Геохимия, 2011. – № 5. – С. 523–549.

ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ ГРУНТОВЫХ ВОД ЦЕНТРА УЧЕБНЫХ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ПРАКТИК ТОМСКОГО ПОЛИТЕХНИЧЕСКОГО УНИВЕРСИТЕТА (ХАКАСИЯ)

А.А. Лобанова, К.А. Андрианова, Р.Ш. Хасанова, А.Т. Нарымская

Научный руководитель доцент А.Д. Назаров

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

В основу работы положены результаты гидрогеологических и гидрогеохимических исследований [1], проведенные авторами при активном участии и под руководством доцента кафедры гидрогеологии, инженерной геологии и гидрогеоэкологии ТПУ доцента А.Д. Назарова во время прохождения учебной гидрогеологической

практики в центре учебных геологических практик НИ ТПУ в Хакасии (рис. 1), дополненные опубликованными материалами [1], учебниками [2] и анализами привезённых проб в лабораториях НОЦ «Вода» ТПУ.



Рис.4 Панорама центра учебных геологических практик НИ ТПУ, озера Пионерского и исследованной части Геопolygonного (за центром) бассейна

Были исследованы грунтовые воды южной части Геопolygonного адартезианского миллибассейна (южнее р. Карыш), вскрытые шурфами на глубинах до 1 м и родники. Мощность четвертичных водоносных отложений в долине р. Карыш может достигать 7–10 м. Отложения представлены заглинизированной смесью песка, дресвы, слабоокатанными галькой и гравием, щебёнкой и даже глыбами (рис. 2).



Рис.2 Геологический разрез водопроницаемых отложений (2,5 м) в восточной части бассейна

Судя по замедленному восстановлению уровня воды в шурфах (до 2–3 часов при размерах шурфов со сторонами 80–100 см и глубиной до 1 м), проницаемость отложений низкая. В 200 м южнее и ниже по ложбине (250x150 м) во вскрытой шурфом части разреза размер щебёнки не превышал 10 см.

Нарымский» шурф

Координаты: 54°21'03" с.ш., 90°01'03" в.д. Отметка: 540 абс. м. Размер шурфа – 60x90 см. Срез пород в стенке шурфа представлен до 60 см переувлажнённым дёрном (с дресвой), 60–80 см – мелкой (до 1 см) дресвой и 80–105 см – мелкой дресвой с крупными (до 10 см) слабоокатанными обломками. Наполнение шурфа водой до отметки 80 см произошло за 2 часа 7 мин.

Температура воды – 3 °С, рН=7,2, Eh = +85 mV, CO₂=61,6 мг/л, ОЖ=15,3 мг-экв/л, М=1299 мг/л.

Вода солоноватая, очень холодная, нейтральная, очень жёсткая, агрессивная, гидрокарбонатная магниевое-кальциевая. Формула Курлова воды имеет следующий вид

$$M_{1,3} \frac{HCO_3(97,3)SO_4(0,2)Cl(2,4)}{Ca(45,2)Mg(45,8)Na(6,6)K(2,4)} pH(7,2)$$

Лобановский шурф

Шурф заложен в увлажнённой ложбине (150x200 м), на восточной окраине озера, в 30 м южнее его, в березовом лесу. Размеры шурфа 65x89 см. Глубина – 100 см. Уровень воды – на глубине 43 см. Состав пород в стенке шурфа – влажный дёрн с дресвой (до 32 см), мелкая (до 1 см) серая пластинчатая дресва (33–47 см) и дресва с крупноватыми (8x11x15 см) неокатанными обломками (48–100 см).

Температура воды – 5 °С, рН=7,13, Eh=+98 mV, CO₂=15,8 мг/л, ОЖ=6,6 мг-экв/л, М=960 мг/л.

Вода пресная, холодная, нейтральная, средней жёсткости, гидрокарбонатная магниевое-кальциевое-натриевая с высоким содержанием сульфатов и натрия. Формула Курлова воды имеет следующий вид

$$M_{0,96} \frac{HCO_3(78,9)SO_4(14,3)Cl(6,8)}{Na(35,89)Ca(31,8)Mg(26,4)K(2,9)} pH(7,13)$$

Андреановский шурф

Шурф находится в 35 м южнее озера, в его западной части, в центре небольшой (150x200 м) переувлажнённой ложбине стока. Координаты: 54°22'03" с.ш., 90°00'03" в.д. Отметка: 537 абс. м. Состав пород – дёрн (до 20 см), мелкая (до 1 см) дресва (20–35 см) и дресва с крупными (18x12x10) обломками (35–100 см). Уровень воды – на Н=57 см. Температура воды – 4–6 °С, рН=7,8–8,2, Eh=+(101–194)mV, CO₂=15,8 мг/л, ОЖ=6,42 мг-экв/л. Вода холодная, слабощелочная, средней жёсткости, умеренно пресная, гидрокарбонатная магниевая-кальциевая. Формула Курлова воды имеет следующий вид.

$$M_{0,535} \frac{HCO_3(86,7)SO_4(1,4)Cl(1,9)}{Ca(60,3)Mg(28,5)Na(9,8)K(1,4)} pH(7,21)$$

Ренатовский шурф

Координаты: 54°22'05" с.ш., 90°01'00" в.д. Отметка: 535 абс. м. Шурф заложен в 125 м от ограждения (в северной его части), в 100 м от ручья Геополлигонного в вершине переувлажнённой ложбины стока к этому ручью и в 200 м южнее р. Карыш. Состав пород – дёрн (до 40 см), ниже мелкая дресва (до 110 см). Уровень воды – 7 см. Температура воды –3 °С. Вода умеренно пресная, щелочная, средней жёсткости, очень холодная, гидрокарбонатная магниевая-кальциевая с повышенным содержанием натрия. Формула Курлова воды имеет следующий вид

$$M_{0,505} \frac{HCO_3(98)SO_4(1)Cl(1)}{Ca(50,1)Mg(36)Na(12,6)K(1,3)} pH(7,89)$$

Литература

1. Копылова Ю.Г., Дутова Е.М., Васильев Б.Д. и др. Путеводитель по природным водам полигона учебных геологических практик в северной Хакасии. – Томск: Изд-во ТПУ, 2005. – 150 с.
2. Шварцев С.Л. Общая гидрогеология. – М.: Недра, 1998. – 450 с.

ИЗУЧЕНИЕ УСЛОВИЙ ФОРМИРОВАНИЯ ПОВЕРХНОСТНОГО СТОКА РЕКИ БАКЧАР (ТОМСКАЯ ОБЛАСТЬ).

О.А. Ложникова

Научный руководитель доцент М.В. Решетько

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

В Западной Сибири значительную часть территории речных бассейнов занимают болота и заболоченные участки. Основные болотные массивы сосредоточены на севере региона. Площади болот колеблются в весьма значительных пределах: от нескольких гектаров до десятков квадратных километров. Болота играют важную экологическую и водохозяйственную роль в формировании гидрологического режима рек, регулируют паводки и половодья. В последние десятилетия во многих регионах мира, включая Западную Сибирь, наблюдаются заметные изменения климата, связанные с ростом среднегодовой температуры приземных слоёв атмосферного воздуха. В перспективе они могут стать причиной значительных перемен в социально-экономическом развитии обширных территорий, что обуславливает актуальность исследований многолетних изменений климатических и связанных с ними гидрологических условий [4]. Вместе с тем здесь возможна разработка крупнейшего месторождения железной руды, что потребует проведения комплексного исследования окружающей среды.

Целью работы является изучение условий формирования поверхностного стока реки Бакчар и факторов, влияющих на его формирование в условиях изменения климата и в связи с возможной деятельностью, связанной с разработкой Бакчарского железорудного месторождения.

В бассейне р. Бакчар систематические наблюдения за состоянием поверхностных вод осуществляются подразделениями Гидрометслужбы. Существуют 2 пункта наблюдений – с. Горель и с. Польшанка. Кроме того, исследовательские работы проводят научно-исследовательские, проектные и контролируемые организации [2]. Изучением состояния поверхностных вод рассматриваемой территории в разные годы занимались сотрудники ТПУ, ТГУ, ТГПУ, Сибирский НИИ сельского хозяйства и торфа Россельхозакадемии, ИМКЭС и других организаций СО РАН, а именно Н.М. Рассказов, В.А. Земцов, Д.А. Бураков, О.Г. Савичев, М.А. Здвижков, Ю.А. Харанжевская, В.А. Базанов, А.А. Скугарев, Т.Я. Емельянова, В.В. Краморенко и др. Авторами рассмотрены такие проблемы, как определение подземного стока и его многолетней изменчивости, оценка его роли в формировании современного состояния заболоченной территории южно-таежной подзоны Западной Сибири. Проведено комплексное изучение химического состава водной составляющей болотных ландшафтов, растительности и торфа, как основных факторов, формирующих болотную среду; а также комплексное изучение состава и эколого-геохимического состояния речных вод бассейна Средней Оби в целях улучшения их охраны и рационального использования. Изучены особенности формирования весеннего стока в условиях юго-востока лесной зоны Западно-Сибирской равнины; исследованы многолетние изменения гидроклиматических условий в бассейне реки Чая; изучен водный и гидрохимический режим восточной части Васюганского болота; исследованы многолетние изменения элементов водного баланса бассейнов малых рек на юге Западной Сибири.

Река Бакчар протекает в Бакчарском и Чаинском районе Томской области и впадает в р. Чая, которая в свою очередь является притоком р. Обь. Площадь водосбора р. Бакчар 7310 км², длина 348 км. Притоки: рр. Тига, Пиза, Егоркина, Тикзо, Галка, Костиha, Тетеренка, Березовка, Логановка и внутриболотная малая р. Ключ.

Также реку питают оз. Большое Белое, Среднее Белое и Таргач. Река Бакчар имеет смешанное питание, с преобладанием снегового, характерно растянутое половодье. Она расположена на равнинной заболоченной территории в границах самого большого болота в мире – Васюганского. Согласно [1], его площадь составляет 5269437 га. Однако, по мнению О.Г. Савичева, это оценка носит весьма приближенный характер (в сторону занижения) вследствие сложности определения границ непрерывно изменяющегося комплекса олиготрофных (верховых), мезотрофных (переходных), евтрофных (низинных) болот, внутриболотных водоёмов и водотоков, заболоченных земель.

Бассейн р. Бакчар представляет собой характерный участок южно-таежной подзоны Западной Сибири. Указанная площадь крайне мало населена и слабо освоена в хозяйственном отношении, отличается высокой заболоченностью и широким распространением верховых болот. Водный сток данной территории формируется за счет поверхностного и подземного питания и зависит от морфометрических характеристик и физико-географических условий бассейна. Подземное питание занимает третье место по объему поступающих в реку вод после [снегового питания](#) и дождевых вод. Именно подземное питание обуславливает постоянство и большую продолжительность стока реки в течение года. При изучении подземного питания рек важной характеристикой является модуль подземного стока, который отражает его особенности как элемента водного баланса и составляющей речного стока.

Водный баланс водосбора исследуемой реки характеризуется неравномерным распределением в течение года суммарного испарения, стока и общего увлажнения, складывающегося из жидких атмосферных осадков и водоотдачи из снежного покрова за вычетом испарения и инфильтрации. Максимальные значения стока наблюдаются в апреле и мае, когда общее увлажнение водосбора превышает «потери» стока, формирующиеся за счёт испарения, инфильтрации и поверхностного задержания. [3]. Кроме непосредственно испарения с земной поверхности, необходимо учитывать транспирацию влаги растительностью, задержание осадков на ее поверхности и дальнейшее их испарение.

Многими исследователями [1–4] выявлено временное изменение водного стока рек и увеличение доли подземного питания, которое зависит от изменения факторов формирования поверхностного стока.

В работе [4] указано на увеличение температуры (в течение 1970–2006 гг.) в с. Бакчар, которое наиболее заметно в летне-осенний и зимний периоды. Кроме того, у с. Бакчар выявлено увеличение суммы положительных температур воздуха.

На первом этапе исследований в данной работе был рассмотрен такой фактор формирования поверхностного стока р. Бакчар как изменение границ гидрологических сезонов.

Проанализировав массив данных по средней температуре воздуха с 1964 по 2010 гг., взятые из архива данных на сайте [meteo.ru.](#), можно сказать, что даты начала снеготаяния и даты установления снежного покрова в течение исследуемого периода изменяются. Датой начала снеготаяния считается дата установления среднесуточных положительных температур, а датой установления снежного покрова – дата установления отрицательных среднесуточных температур. Проанализировав графики, выявили, что начало снеготаяния становится более ранним, но незначительно – на 2–3 дня. А снежный покров, напротив, устанавливается позже. По нашим исследованиям наблюдается тенденция смещения в среднем на 9–10 дней (рис. 1). Также было рассчитано количество дней со снежным покровом за каждый год. Исследовав графики, можно сказать, что количество дней с устойчивым снежным покровом имеет тенденцию к уменьшению в среднем на 10 дней за 47 лет (рис. 2).

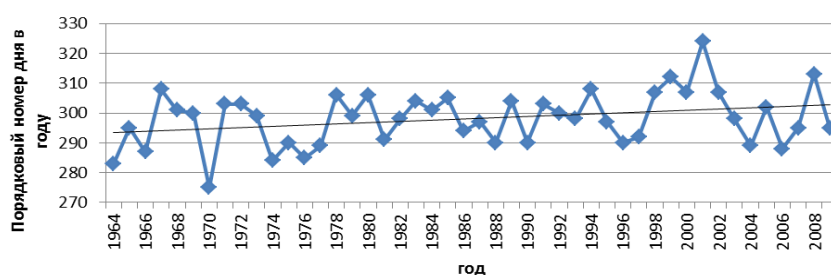


Рис. 1 Временное изменение даты установления снежного покрова за период 1964–2010 гг.

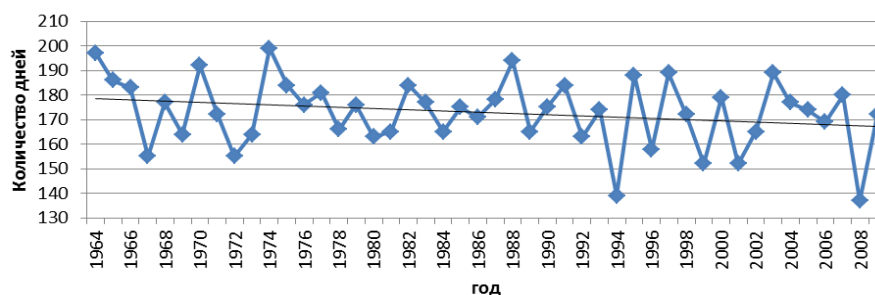


Рис. 2 Временное изменение продолжительности устойчивого снежного покрова за период 1964–2010 гг.

Следовательно, отмечаемое смещение границ гидрологических сезонов, а именно, более раннее снеготаяние и более позднее установление снежного покрова, влияет на формирование поверхностного стока р. Бакчар. Эти и другие факторы будут более подробно исследованы в дальнейшем.

Литература

1. Инишева Л.И., Земцов А.А., Лисс О.Л. и др. Васюганское болото / под ред. Л.И. Инишевой. – Томск: ЦНТИ, 2003. – 212 с.
2. Савичев О.Г. Исследование эколого-геохимического состояния речных вод бассейна Средней Оби: автореферат дисс. ... канд. геогр. наук. – Томск: Изд-во ТПУ, 1996. – 23 с.
3. Савичев О.Г., Базанов В.А., Скугарев А.А., Харанжевская Ю.А., Шмаков А.В. Водный и гидрохимический режим восточной части Васюганского болот // Известия Томского политехнического университета, 2010. – Т. 316. – № 1. – С. 119–124.
4. Савичев О.Г., Болон И.С., Харанжевская Ю.А. Многолетние изменения элементов водного баланса малых рек на юге Западной Сибири // Известия Томского политехнического университета. – 2010. – Т. 316. – № 1. – С. 124–128.

МЕТОДОЛОГИЯ ОЧИСТКИ ХОЗЯЙСТВЕННО-БЫТОВЫХ СТОЧНЫХ ВОД В ОЧИСТНЫХ СООРУЖЕНИЯХ С ЕСТЕСТВЕННОЙ АЭРАЦИЕЙ

Н.Ю. Ломакина

Научный руководитель профессор О.Г. Савичев

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Существуют разные способы очистки хозяйственно-бытовых сточных вод от загрязняющих веществ и биогенных элементов, характеризующимися теми или иными недостатками и преимуществами. Одним из таких способов является очистка с помощью систем с естественной аэрацией и местной водной растительностью, полей орошения и полей фильтрации. Одним из важных его достоинств является возможность превращения очистных сооружений в элемент сложных природно-техногенного комплекса с последующей трансформацией антропогенного объекта в природно-антропогенный [1–3]. Однако эффективность реализации этого способа во многом зависит от степени и полноты учета местных природных условий, что и определяет цель данной работы – обоснование методологии очистки хозяйственно-бытовых стоков с использованием мелководных биологических прудов с торфяным субстратом и болотной растительностью. Решить её в рамках рассматриваемой работы, конечно же, невозможно – эта цель будет последовательно рассматриваться в бакалаврской квалификационной работе и последующих исследованиях.

При выборе способа очистки стоков следует исходить из того, что основной особенностью Томской области являются суровые климатические условия, высокая заболоченность и низкое плодородие ландшафтов, труднодоступность значительной части территории региона. В связи с этим особое значение приобретают методы биологической очистки в условиях близких к естественным. В результате сточные воды не только проходят очистку, но и используются для повышения плодородия почв, улучшения лесохозяйственного значения территории, а также для рекультивации нарушенных земель. Для очистки хозяйственно-бытовых стоков в биопрудах целесообразно использовать местные виды растений (камыш озерный, рогоз узколистый, тростник обыкновенный и другие), широко распространенные на болотах и заболоченных землях региона и хорошо приспособленные к суровым природным условиям Западной Сибири [1, 2]. В развитых странах мира большое внимание уделяется рациональному использованию сточных вод и осадка, образующегося при их очистке для лесо- и сельскохозяйственных целей. В качестве примера можно привести технологию лесохозяйственного использования сточных вод малых населенных пунктов в Швеции. В соответствии с этой технологией предлагается использовать коммунально-бытовые сточные воды, образующиеся в малых населенных пунктах, для орошения участков с древесной растительностью. В данном случае жидкая и твердая фракции сточных вод, вследствие повышенного содержания в них соединений азота и фосфора, выступают в качестве удобрений. Общая схема очистки согласно [2] приведена на рис. 1.

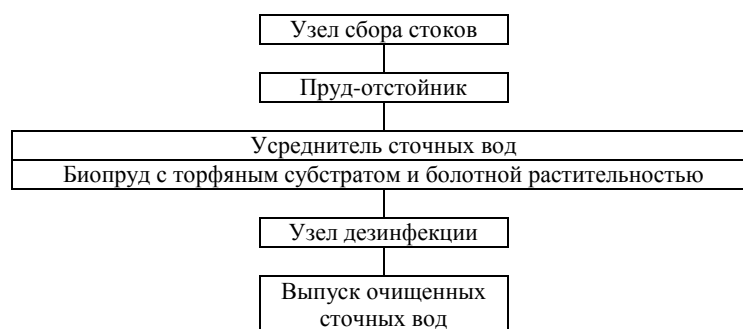


Рис. 1 Типовая схема очистки хозяйственно-бытовых сточных вод с использованием мелководного биопруда с торфяным субстратом и болотной растительностью [2]

Таким образом, достигается тройной эффект: 1) очистка сточных вод; 2) безопасная утилизация осадка, образующегося при очистке стоков; 3) улучшение лесохозяйственного значения территории, вплоть до извлечения выгоды за счет использования древесины. На наш взгляд, именно подобный вариант очистки сточных вод имеет наиболее благоприятные перспективы использования в Западной Сибири, где огромные территории заняты болотами и заболоченными землями с низкой биологической продуктивностью. Эта методология очистки хозяйственно-бытовых стоков в мелководных биопрудах с торфяным субстратом и аборигенной болотной растительностью заключается в сорбции загрязняющих веществ на частицах торфа, их дальнейшего усвоения растительностью и минерализации органического вещества в процессе образования осадка, который может использоваться в качестве органического удобрения при рекультивации нарушенных земель. Методология включает: 1) механическую очистку сточных вод в пруде-отстойнике; 2) очистку сточных вод в мелководном биологическом пруде (болото); 3) обеззараживание очищенных сточных вод; 4) выпуск очищенных сточных вод в поверхностный водный объект; 5) обеззараживание осадка и его размещение внутри биопруда. Приемником очищенных сточных вод являются поверхностные водные объекты. После завершения эксплуатации очистных сооружений, нарушенные земли подлежат рекультивации и в дальнейшем используются для лесохозяйственной деятельности.

Литература

1. Диренко А.А., Кнус А., Коцарь Е.М. Использование высших водных растений в практике очистки сточных вод и поверхностного стока // Санитарная техника и водоснабжение, 2006. – № 5. – С. 25–32.
2. Савичев О.Г. Биологическая очистка сточных вод с использованием болотных биогеоценозов // Известия Томского политехнического университета. – Томск, 2008. – Т. 312. – № 1. – С. 69–74.
3. Справочник по современным технологиям очистки природных и сточных вод и оборудованию / Kruger International Consult A/S, Denmark, V.F. Karpuhin. – Copenhagen: Ministry of Environment and Energy, Danish Environment Protection Agency, Printed by Schultz Grafisk, 2001. – 253 p.

ОСОБЕННОСТИ ГИДРОДИНАМИЧЕСКИХ ПОЛЕЙ РАСПАДСКОГО КАРЬЕРА, ШАХТЫ И ПОДЗЕМНЫХ ВОДОЗАБОРОВ (КУЗБАСС)

Е.В. Михеева

Научный руководитель доцент А.Д. Назаров

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

ЗАО «Распадская» расположено в Томь-Усинском геолого-экономическом районе Кузбасса и по административному делению входит в состав Междуреченского района Кемеровской области РФ. ЗАО «Распадская» объединяет 4 угледобывающих предприятия: шахту «Распадская», шахту «МУК-96», «Разрез Распадский», а также смежную шахту №2 ЗАО «Распадская Коксовая», водозаборы подземных вод (Глуховский, Лин-Су, Ольжерасский) [3], рис.1. В гидрогеологическом плане каждый из объектов можно рассматривать как самостоятельные гидродинамические поля, так и взаимодействующие между, что, в конечном счете, определяется наличием мониторинговых наблюдений в пределах гидродинамических полей, тяготеющих к определенным объектам.

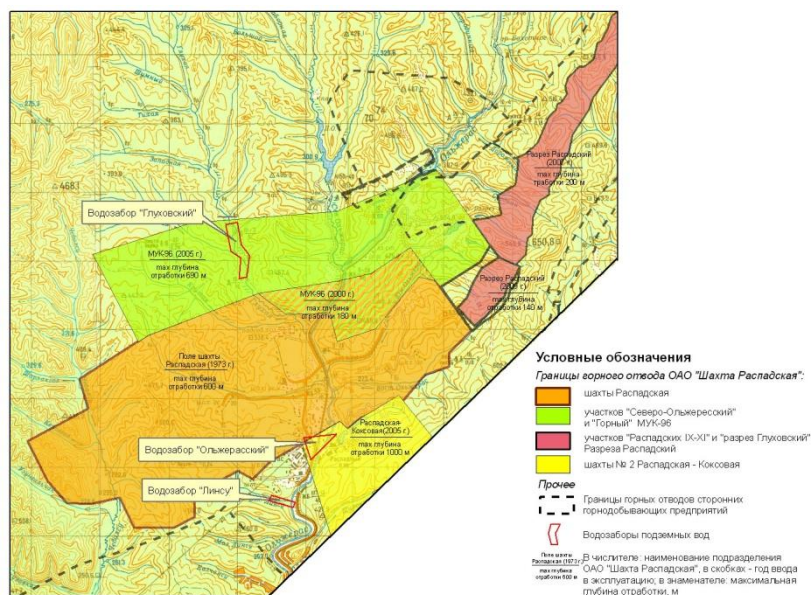


Рис. Схематическая карта техногенной нагрузки территории Распадского месторождения

Горнодобывающее предприятие ЗАО «Распадская» эксплуатирует Распадское месторождение каменного угля, расположенного в переходной (от лесостепной к таежной) ландшафтной зоне, абсолютные отметки поверхности которой колеблются от 282,6 м абс. в поймах рек до 245,8 м абс на водоразделах. Глубина эрозионных врезов 20-150 и более м. Количество атмосферных осадков 800–1000 и более мм/год, величина испарения до 350 мм/год, модуль поверхностного стока изменяется в пределах 20–25 л/км², подземного – 3–7 л/км²; доля расхода атмосферных осадков на поверхностный сток колеблется от 50 до 60 % (500–650 мм/год), доля инфильтрационного питания составляет 10–12 % (100–120 мм/год). Условия питания подземных вод благоприятные: преимущественно затаяженная местность, малая мощность рыхлой толщи, затяжные осенние дожди, значительная густота речной сети (0,5–0,8 км на км²). Уровненный режим рек характеризуется двумя подъемами – весенним и осенним, равно как и уровни подземных вод, с той лишь разницей, что весенний подъем уровней подземных вод меньше осеннего, а речного, наоборот, в весенний период больше. Годовой паводковый расход рек в пределах месторождения изменяется от 1,7 до 3,5 м³/сек, меженный 0,002–0,015 м/сек. Гидравлический уклон от 0,006–0,05 [1, 2].

Гидрогеологический разрез Распадского месторождения по характеру водообмена подразделяется на 2 зоны: зона активного водообмена, тяготеющая к верхней части разреза, сложенная преимущественно мезозойскими и в меньшей степени кайнозойскими отложениями с пресными водами, распространена до глубины 60–90 в долинах рек и до 200–250 м – на водоразделах, зона замедленного водообмена, лежащая гипсометрически ниже первой в основном со слабоминерализованными водами, распространена до глубины 1000 и более м. Геологический разрез ее представлен пермской угленосной толщей. На глубинах порядка 1300–1500 м вскрыта зона весьма замедленного водообмена с высокоминерализованными водами.

Согласно имеющимся гидрогеологическим материалам, площадь Распадского месторождения в пределах зоны активного водообмена по степени техногенного воздействия (с учетом его влияния на гидрогеологическую обстановку) можно подразделить на ряд гидродинамических полей, приурочив их к определенному объекту, оказывающему существенное влияние на изменение гидродинамической обстановки.

Шахта «Распадская» (год пуска 1973 г.) занимает северную часть месторождения ведет работы на глубинах от 60 до 600 м; площадь ее в границах горного отвода 54,5 км²; среднемноголетний приток по шахте за последние 10 лет составил 3350 м³/час, тогда как за первые 10 лет эксплуатации порядка 1050 м³/час.

Шахта «МУЖ-96» (год пуска 2000–2005 гг.) расположена в северной части месторождения; площадь шахтного поля в границах горного отвода 25,41 км²; глубина отработки в северной части горного отвода 690 м, в юго-восточной – 180 м, среднегодовой приток за период эксплуатации (2000–2010 гг.) составил 1041,3 м³/час.

Разрез Распадский (начало работ 2007–2009 гг.) ведет отработку угля открытым (траншеями) способом на участках, где подземная добыча его не возможна (не эффективна). Общая площадь горного отвода разреза 9,67 км², максимальная глубина отработки 140–200 м. Среднегодовая величина водоотлива 754,6 м³/сут с общей площади 231500 м².

Шахта № 2 «Распадская-Коксовая» введена в эксплуатацию в 2005 году. Площадь в границах горного отвода 957 га. Поскольку поле шахты расположено в горно-таежной незаселенной местности и максимальная глубина отработки угольных пластов составляет порядка 1000 м, техногенного воздействия на поверхность вследствие просадки кровли лав не ожидается или она будет весьма незначительным, равно как и ожидаемые водоприток, которые за годы эксплуатации (2005–2010 гг.) не превысили 302 м³/час.

Эксплуатация месторождения шахтой идет в зоне замедленного водообмена с минимальной обводненностью горных пород (водопроницаемость варьирует в пределах 30–100 м²/сут [1]). Подземные воды, дренируемые выработками, выводятся на поверхность и сбрасываются в р Ольжерас.

Водозабор «Глуховский» расположен в долине одноименной реки, предназначен для хозяйственно-питьевого водоснабжения ЗАО «Распадская», водопотребность которой составляет 657 м³/год (1800 м³/сут). Водозабор разведен в 2004 г. Утвержденный водоотбор 2200 м³/сут. Водозабор эксплуатирует нижеюрский водоносный комплекс. Водозабор пущен в эксплуатацию в ноябре 2011 года. Площадь участка водозабора в границах утвержденного горного отвода составляет 22 га. Нижняя граница эксплуатации 120 м [2].

Водозаборы «Линсу» и «Ольжерасский»

Водозабор «Линсу» расположен в долине р. Большой Линсу (правый приток р. Ольжерас), а водозабор «Ольжерасский» в долине одноименной реки. Каждый из них состоит из 2-х скважин и эксплуатируют водоносный комплекс средне-верхнепермских отложений. Среднегодовой суммарный водоотбор по водозабору «Линсу» 451,2 м³/сут, по водозабору «Ольжерасский» – 600 м³/сут.

Многолетние наблюдения на отмеченных предприятиях позволят построить простейшую гидродинамическую модель в изолиниях, характеризующую естественное положение уровней подземных вод и деформацию ее в результате современной техногенной нагрузки.

В процессе ведения горных работ и работы водозаборов интенсивному дренажу подвержены водоносные комплексы: четвертичных аллювиальных отложений (aQ_{IV}), нижеюрских (J₁) и средне-верхнепермских (P₂₋₃), что, существенно влияет на гидродинамическую обстановку подземных вод в районе их деятельности.

Гидрогеологические условия Распадского месторождения довольно сложные и определяются комплексом факторов: количеством выпадающих атмосферных осадков и величиной испарения, малой мощностью рыхлых четвертичных отложений; наличием достаточно обводненных юрских отложений в кровле продуктивных, а также постоянно действующих и временных водотоков, подрабатываемых шахтой.

Опыт эксплуатации шахт свидетельствует о наличии корреляционной связи между интенсивностью атмосферных осадков, величиной испарения, трещиноватостью массива пород, глубиной проведения горных работ, площадью подземных горных выработок и водопритоками в них.

Наблюдениями установлено, что в результате эксплуатации шахт произошло существенное изменение водного баланса территории, поскольку подземные воды в настоящее время разгружаются, в основном, в горные выработки и в значительно меньшей мере – в водотоки. Так доля просачивания атмосферных осадков возросла со 120 до 350 мм/год, а превышение среднемаксимального общешахтного притока над паводковым возросло в 2,5 раза. В то время как, водопритоки за счет естественного дренажа подземных вод довольно низкие и постоянно возрастающие водопритоки связаны, главным образом, с прогрессирующим ростом трещиноватости, образующейся после посадки кровли лав и увеличением проницаемости массива горных пород, а также за счет появления мульд сдвижения на поверхности, в результате чего интенсифицируется связь подземных и поверхностных вод, что привело к снижению напоров. Такое влияние горных выработок на режим подземных вод приводит к тому, что поверхностные водоёмы и водотоки в пределах дренируемой площади становятся источниками питания подземных вод, в то время как в естественных условиях они являлись областями разгрузки подземного стока.

Размеры площади, осушаемой в результате водоотлива, соответствует общей площади подработанного шахтой пространства и ограничивается расстоянием в 0,7–2,0 км от контура ведения горных работ. Существенное влияние (снижение уровня от 20–30 м до максимум 100 м) наблюдается лишь на площадях, достаточно близких к горным выработкам.

По результатам гидрогеофизических работ 2003, 2006, 2008 и 2010 гг. [4] на действующих водозаборах «Линсу» и «Ольжерасский» установлено, что на первом произошло снижение уровня с 12,4 м до 19,0 м, а на втором с 2,1 м до 10,4 м. Водозабор «Линсу» расположен в долине р.Бол.Линсу на удалении 750 м от полей действующих шахт «Распадской» и «Распадской-Коксовой», а «Ольжерасский» – в долине одноименной реки непосредственно на поле шахты «Распадская», что, вероятно, послужило причиной такого снижения уровней подземных вод.

Таким образом, анализ имеющихся материалов позволяет сделать вывод, что каждое из предприятий в результате своей деятельности влияет на гидродинамическую обстановку территории Распадского месторождения.

Литература

1. Крашин И.И., Скворцова Г.А. Разработка системы региональных численных моделей Кузнецкого угольного бассейна и подготовка исходных данных для создания региональной численной модели Кузбасса масштаба 1:500000. – п. Зеленый, 2007. – 178 с.
2. Токарева В.В. Отчет по поискам и оценке подземных вод для хозяйственно-питьевого водоснабжения ОАО «Распадская». – с. Березово, 2004. – 158 с.
3. Материалы лицензии КЕМ 13781 ТЭ «ОАО Распадская», дата регистрации 11.10.2006 г.
4. Первичная документация по объекту ЗАО «Распадская» фирм ООО «Геоэкос» г.Междуреченск, ООО «АкваСиб» г. Новокузнецк.

ВЛИЯНИЕ ИНТЕНСИВНОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ ПОДЗЕМНЫХ ВОД И УГЛЕВОДОРОДОВ НА ОСЕДАНИЕ ЗЕМНОЙ ПОВЕРХНОСТИ И ЕГО ИЗУЧЕНИЕ

Ю.А. Моисеева

Научный руководитель профессор В.К. Попов

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Интенсивная эксплуатация подземных вод приводит к оседанию земной поверхности земли, обусловленному снижением напоров подземных вод продуктивных водоносных горизонтов, вызывающему увеличение напряжений в массиве пород. Динамика развития возможного оседания земной поверхности при водопонижении зависит от ряда факторов: интенсивности водоотбора, величины снижения напоров подземных вод и морфологии района, мощности и состава уплотняемых пород и их физико-механических свойств, степени первичной консолидации пород.

Оседание земной поверхности в ряде случаев настолько интенсивно, что приносит огромный экономический ущерб. Происходит повышение уровня грунтовых вод, подтопление и заболачивание местности, обводнение зданий и промышленных сооружений, затопление прибрежных территорий; при неравномерном оседании – разрушение зданий, дорог и подземных коммуникаций, деформации мостов, портов, набережных и других сооружений. Наиболее пагубные последствия явления оседания имеются в Японии, Мексике, США, Италии, Нидерландах, Таиланде, где осадка составила до 12 м и более. Кроме того, частичную необратимость процесса оседания даже при восстановлении напоров подземных вод, поскольку, как уже отмечалось, оседание связано преимущественно с уплотнением и пластическими деформациями глинистых пород с высокими реологическими свойствами (совокупность свойств, определяющих способность горных пород изменять во времени напряженно-деформированное состояние в поле действия механических сил).

В связи с этим оценка эксплуатации запасов подземных вод (ЭЗПВ) и углеводородов крупных месторождений должна включать в себя также и прогнозирование процессов оседания земной поверхности. Прогнозные оценки могут осуществляться как на базе экстраполяции данных об оседании земной поверхности в

районе действующих водозаборных сооружений, так и расчётным путём по данным о сжимаемости пород разреза.

В практике разработки твёрдых полезных ископаемых количественный прогноз оседания впервые был осуществлён при проходке шахтного ствола на Яковлевском железорудном месторождении КМА (Белгородская область) в 1960 г. (Иванов и др., 1961). Причиной формирования отрицательных форм рельефа является изменение напряжённого состояния горных пород в условиях их естественного залегания при снятии гидростатического давления [1].

Наблюдения на действующих водозаборных участках проводятся с помощью скважинных экстензиометров или регистратов уплотнения пород по специально оборудованным реперным постам. Принцип таких наблюдений заключается в определении смещения устья скважины относительно платформы, укрепленной на бетонном основании, т.е. поверхности земли. Скважины должны быть обсажены до более уплотнённых, практически несжимаемых пород. Необходима периодическая нивелировка платформы.

Перспективным считаются наблюдения за динамикой поверхности земли с помощью спутника. В настоящее время таким путём возможна оценка интенсивности вертикального движения земли до 1 см в год.

Лабораторные определения уплотняемости пород дают возможность более дешёвых, массовых и ускоренных прогнозных оценок. Однако в этом случае следует обосновывать представительность выполненных определений, зависящую от текстурно-структурных особенностей изучаемых пород.

Предварительная оценка возможных величин оседания земной поверхности при проектировании водозаборных сооружений позволяет определить допустимые масштабы эксплуатации.

В качестве примера рассмотрим Западную Сибирь. Западно-Сибирская плита занимает площадь 3,5 млн км². Во второй половине 20 века центральные северные районы Западной Сибири были очень слабо освоены, обжиты и изучены. Открытие нефти и газа все изменило. Известно, что в её пределах уже к настоящему времени открыто более 200 нефтяных, газово-нефтяных и газовых месторождений. Добыча нефти в 1975 г. составила около 150 млн т, газа – 34 млрд м³. Это вызвало строительство самых разнообразных сооружений: промыслов, дорог, трубопроводов, линий электропередач, и др. Возникает вопрос, что будет с районами Западной Сибири, где идёт интенсивная добыча нефти и газа? Прогнозы в отношении оседания поверхности в результате добычи нефти и газа даются самые различные от 0,2 до 15 м. По расчётам Гипротюменьнефтегаза, ЗапСибНИГНИ и ВСЕГИНГЕО оседание поверхности ожидается в несколько метров [4]. Поскольку уровень грунтовых вод лежит на большинстве месторождений на глубинах 0,3–15 м, то локальное понижение поверхности вызовет соответствующее повышение зеркала грунтовых вод и увеличение заболоченности и заозеренности. Это в свою очередь обусловит изменение не только гидросферы, но и биосферы, а также приведет к изменениям макроклиматических условий.

В докладе рассматривается метод построения геодинамической сети (геодинамического полигона), предназначенной для отслеживания деформационных процессов на территории месторождений полезных ископаемых города, района, области и т. п. К настоящему времени основными методами наблюдений на геодинамических полигонах являются: геодезические (в первую очередь, нивелирование), которые изредка дополняются гравиметрическими, геохимическими и, в очень редких случаях, сейсмологическими измерениями. Именно поэтому для работ в этой области привлекаются специализированные организации, имеющие соответствующие лицензии в области производства геодезических и маркшейдерских работ. Сложившаяся в настоящее время практика по созданию геодинамических полигонов заключается в следующей последовательности действий:

1. Проводится предварительная геодинамическая экспертиза объекта;
2. В случае, если предварительная геодинамическая экспертиза показала необходимость создания геодинамического полигона, то готовится горно-геологическое обоснование и технический проект (программа) системы геодинамических наблюдений (геодинамического полигона);
3. Технический проект (программа) геодинамического полигона согласовывается в Ростехнадзоре при наличии экспертного заключения на проект по охране недр;
4. После согласования технического проекта (программы) геодинамического полигона с органами Ростехнадзора наступает стадия закладки наблюдательных пунктов и проведения исходных (и последующих) циклов наблюдений;
5. Анализ и интерпретация результатов работ на геодинамических полигонах осуществляется специализированными организациями, имеющими лицензию на производство маркшейдерских работ, располагающими сотрудниками, аттестованными в системе экспертизы промышленной безопасности и охраны недр в нефтяной и газовой промышленности и обладающими опытом работ на геодинамических полигонах.

Несмотря на наличие в настоящее время достаточно разработанных методов оценки возможного оседания поверхности земли в районах интенсивной эксплуатации подземных вод и углеводородов, измерения и соответствующие прогнозы, как правило, начинают проводить только после возникновения опасных явлений. При этом забывают, что ликвидация последствий требует значительно больших затрат.

Литература

1. Боровский Б.В. и др. Оценка запасов подземных вод. – Киев: Головное изд-во, 1989 – 407с.
2. Иванов И.П., Тржциский Ю.Б. Инженерная геодинамика. – СПб.: Наука, 2001 – 416 с.

3. Кузьмин Ю.О. Механизм формирования современной геодинамической активности разломных зон // Материалы Международного симпозиума по изучению СДЗК. – Воронеж, 1988, – С. 163–165
4. Сергеев Е.М. Инженерная геология – наука о геологической среде // Инженерная геология, 1979. – №1. – С. 3–19.

ДИНАМИКА СОСТОЯНИЯ ПОДЗЕМНЫХ ВОД В ПЕРИОД СЕЙСМИЧЕСКОЙ АКТИВИЗАЦИИ В АЛТАЕ-САЯНСКОМ РЕГИОНЕ (НА ПРИМЕРЕ РЕСПУБЛИКИ АЛТАЙ)

В.Ю. Молоков, Е.Н. Бондаренко, В.В. Ролдугин

ОАО «Алтай-Гео», ТЦ «Алтайгеомониторинг», г. Горно-Алтайск, Россия

Землетрясения на Алтае известны с давних времен: память о них сохранили как алтайские легенды, так и следы разломов, оползней образовавшихся в результате подземных толчков. Предшественниками и индикаторами сейсмической активизации являются гидродинамический, температурный режимы подземных вод их качественный состав. При этом, изменение состава подземных вод, может происходить на региональном, локальном, точечном уровне (скважинном). Факт влияния сейсмической деятельности на состояние подземных вод установлен многочисленными исследователями [7, 8, 9, 10]. Сильное землетрясение, произошедшее 27 сентября 2003 г. на территории Горного Алтая, в долине р. Чуя в горной перемычке между Чуйской и Курайской впадинами имело магнитуду по шкале Рихтера $M=7,5$. За инструментальный период сейсмологических наблюдений это самое крупное землетрясение на территории Алтае-Саянской складчатой (АСР) области. Данное событие получило название "Чуйское (Алтайское) землетрясение" [1]. Землетрясения такой интенсивности, по мнению сейсмологов, как правило, имеют длительный афтершоковый процесс, который может продолжаться годы и десятилетия [2]. За прошедший период (до 2011 г.) было зафиксировано около 500 малоамплитудных событий, афтершоковый процесс развивается согласно закону повторяемости землетрясений, но с дефицитом крупных событий. 27 декабря 2011 г. сильное землетрясение с магнитудой 6,5 по шкале Рихтера произошло в Республике Тыва (АСР), эпицентр его находился в 100 км восточнее г. Кызыл, столице Республике. Алтайское землетрясение и малоамплитудные афтершоковые процессы воздействовали и продолжают оказывать негативное влияние на геологическую среду в целом и на гидросферу в частности [3, 4, 5, 6]. Они влияют на состояние подземных вод, что в конечном итоге, отражается на состоянии здоровья населения [11]. Факт влияния на гидродинамический режим подземных вод малоамплитудных событий в АСР установлен однозначно и выражается чаще всего положительной динамикой. Амплитуда всплеска уровня и увеличение расхода вод зависит от удаленности афтершока, его магнитуды и гидрогеологической обстановки пункта наблюдения (ПН). Корреляционным анализом установлены значимые положительные коэффициенты корреляции между уровнем, расходом вод и малоамплитудными сейсмическими событиями. Аналогичная картина наблюдается при прослеживании температуры подземных вод в сейсмоактивных зонах. Так в подземных водах на ПН «Северном» в г. Горно-Алтайске, после малоамплитудного события в 2004 г., эпицентр которого находился в 50 км, температура повысилась до 38°C и в последующие годы понижается [6]. Отдельные всплески температуры на ПН «Северный» увязывались с сейсмическими событиями. Интересная картина отмечалась на ПН перед сильным Тувинским землетрясением в декабре 2011 г. Эпицентр землетрясения находился в 600 км от ПН. Увеличение температуры вод на ПН началось в апреле 2011 г. и плавно росло до сейсмического события 27.12.2011 г. (рис.1).

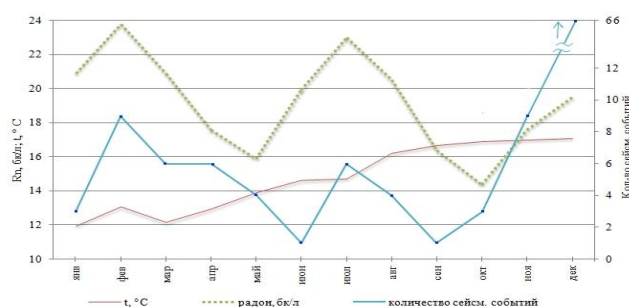


Рис.1 Температурный режим и объемная активность радона на НП «Северный» в г.Горно-Алтайске и их взаимосвязь с малоамплитудными сейсмическими событиями в Республике Алтай в 2011г.

Особенность всех опробованных после землетрясения подземных вод – наличие высокой цветности ($62,0\text{--}117^{\circ}\text{C}$), значительная мутность ($4,3\text{--}72\text{ мг/дм}^3$), и низкая прозрачность ($6\text{--}26\text{ см}$). Из химических показателей наиболее чутким индикатором сейсмичности в РА является радон. Нами проанализированы результаты определения радона в подземных питьевых водах, выполняемые Радиологической лабораторией ФБГУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии по РА». Материалы по сейсмическим событиям любезно предоставлены сейсмологами СО РАН (г. Новосибирск). Объемная активность радона в подземных водах РА за прошедший период варьировали от 4 до 2650 Бк/л, при этом четко отмечено, что в период сейсмических событий абсолютные значения объемной активности радона в воде увеличивались (рис.1) [5]. Фоновая активность радона в подземных водах Республики Алтай в разных водных объектах составляла до сейсмической активизации в

среднем 23 бк/л, в период сейсмической активизации 35,3 бк/л [5]. В целом объемная активность радона в подземных водах города по отдельным водозаборам высока и находятся на уровне ПДУ согласно требованиям "Норм радиационной безопасности" (НРБ-99), а в момент афтершоковых событий составляют 2–5 ПДУ. Экологически значимыми показателями, влияющими на качество питьевых вод в афтершоковый период, помимо радона являются фтор, величина рН, окись кремния.

В афтершоковый период после основного события Алтайского землетрясения и до конца 2004 г. довольно четко проявились изменения в ионно-солевом составе подземных вод. Усложнился гидрохимический состав вод, возросла минерализация, и характер вод значимо стал щелочным. Рост величины рН в подземных водах имел региональный характер, т.е. данный факт установлен как в водах эпицентральной части землетрясения, так и на северной границе республики, в 300 км от эпицентра. С 2003 по 2006 гг. величина рН в питьевых водах РА в среднем составляла 8 единиц и в этот же период, по данным статистики устанавливался рост болезней органов пищеварения.

Весьма низкие в целом концентрации фтора в питьевых водах РА в последние годы, по-видимому, объясняются сейсмической активизацией в АСР в целом и в РА в частности. Анализ (рис.2) показывает, что перед Алтайским землетрясением и в период основного сейсмического толчка в 2003г. концентрации фтора уменьшались, затем с 2004 до 2007 гг. прослеживался прогрессирующий рост концентраций фтора в подземных водах. В последующие годы тенденция кардинально изменилась, средние концентрации фтора в питьевых водах уменьшились в 1,5 и устанавливаются на уровне самых низких за 10 летний срок наблюдений и существенно ниже физиологических нормативов (0,07 при оптимальной величине 0,7 мг/дм³). Аналогичная картина прослеживается по концентрациям в питьевых водах окиси кремния. С 2004 г. идет прогрессирующее уменьшение данного показателя в питьевых водах, в 2011г. количество его составило 4,9 мг/дм³ (при начальном 10,2 мг/дм³). Окись кремния является важным биогенным показателем питьевых вод (рис. 3).

Для оценки физиологической полноценности питьевых вод за 2000–2009 гг. нами рассчитан коэффициент полезности [12], представляющий собой аддитивную сумму отношений реальных среднегодовых концентраций кальция, натрия, фтора и минерализации вод к оптимальным величинам. Расчеты показали, что наименее оптимальной устанавливалась полезность вод в Республике Алтай в 2002–2003 гг., т.е. перед Алтайским землетрясением и в период основного события.

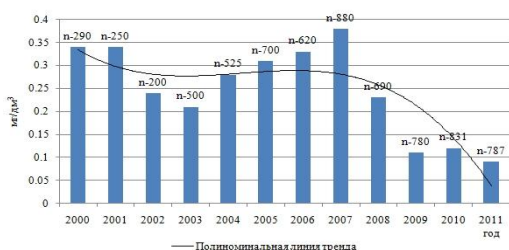


Рис.2 Динамика среднегодовых концентраций фтора в питьевых водах Республики Алтай(2000–2011 гг.)

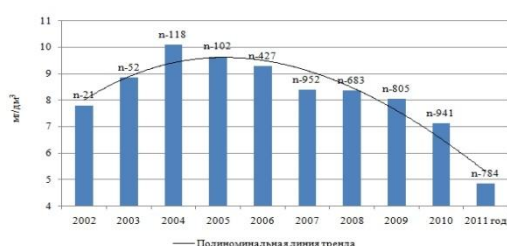


Рис.3 Динамика среднегодовых концентраций оксида кремния в питьевых водах Республики Алтай (2002–2011гг.)

В последующие годы и до настоящего времени в целом наблюдается прогрессирующее уменьшение физиологической полноценности питьевых вод в республике, основным негативным показателем при этом являются фтор, концентрации которого, как отмечалось выше весьма низки.

Литература

1. Гольдин С.В., Селезнев В.С., Еманов А.Ф. и др. Чуйское землетрясение и его афтершоки // Доклады Академии наук, 2004. – Т. 395. – № 4. – С. 534–536.
2. Еманов А.Ф., Еманов А.А., Филина А.Г. и др. Пространственно-временной анализ сейсмичности Алтае-Саянской складчатой зоны // Проблемы сейсмологии III-го тысячелетия: Материалы международной геофизической конференции. – Новосибирск: СО РАН, 2003.
3. Кац В.Е. Влияние сейсмической активизации в Алтае-Саянском регионе на состоянии подземных вод (на примере Республики Алтай) // Гидрогеология в начале 21 века: Материалы Международной научно-практической конференции. – Новочеркасск, 2006. – С. 152–157.
4. Кац В.Е., Шитов А.В., Харькина М.А. Эколого-геодинамическая оценка Чуйского землетрясения // Вестник Московского университета. – М., 2008. – сер. 4, геология. – №3. – С. 41–47.
5. Кац В.Е., Драчев С.С. Радон в подземных водах в период сейсмической активизации в Алтае-Саянском регионе (на примере Республики Алтай) Радиоактивность и радиоактивные элементы в сфере обитания человека. Материалы III Международной конференции. – Томск: STT, 2009. – С. 241–246.
6. Кац В.Е., Шитов А.В., Драчев С.С. О механизме изменения химического состава и температуры подземных вод в районе Горно-Алтайска // Геология инженерная геология, гидрогеология, геокриология, 2010. – №3. – С. 207–212.
7. Киссин И.Г. Землетрясение и подземные воды. – М.: Наука, 1982. – 176 с.
8. Копылова Г.Н., Воропаев П.В. Отклик режимного источника на землетрясение как индикатор состояния его подземной водоносной системы // Вулканология и сейсмология, 2005. – №2. – С. 32–44.

9. Уткин В.И. Радон и проблема тектонических землетрясений // Соросовский образовательный журнал, 2000. – том 6. – №12. – С. 64–70.
10. Шабьнин Л.Л., Найдич В.И., Зуляр Н.Г. Влияние слабых землетрясений на режим подземных вод // Исследования по поискам предвестников землетрясений: Сборник трудов конференции. – М.: Наука, 1988. – С. 131–137.
11. Щучинов Л.В., Щучинова Л.Д. Влияние Алтайского (Чуйского землетрясения) на демографические процессы в Республике Алтай // Охрана окружающей среды и обеспечение благополучия населения Республики Алтай: Материалы научно-практической конференции. – Горно-Алтайск, ФГУЗ по РА, 2010.
12. Унифицированные методы сбора данных, анализа и оценки заболеваемости населения с учетом комплексного действия факторов окружающей среды. Методические рекомендации (Утв. Госкомсанэпиднадзор РФ 26.02.1996 №01-19/12-17)

ГИДРОТЕХНИЧЕСКАЯ МЕЛИОРАЦИЯ ВОДОЕМОВ И ВОДОТОКОВ В ПРЕДЕЛАХ ГОРОДА ТОМСКА

Д.Л. Носкова

Научный руководитель доцент В.В. Янковский

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Гидротехническая мелиорация – система мероприятий для коренного улучшения неблагоприятного водного режима земель.

Инженерные решения по расчистке русла р. Ушайка в черте г. Томска включают:

- Драгирование водной поверхности р. Ушайка земснарядом «Ватермастер Классик 3» гидравлической стрелой с граблями для извлечения мусора со дна реки:
 - участок реки между Каменным мостом и мостовым переходом по пр. Комсомольский длиной 2863 м, шириной 20 м;
 - участок реки между мостовым переходом по пр. Комсомольский и мостом по ул. Балтийская длиной 4850 м, шириной 16 м;
 - драгирование дна русла р. Ушайка земснарядом с фрезерной насадкой производительностью 40 м³/ч пульпы на участке до моста по пр. Комсомольский;
 - расчистка русла р. Ушайка экскаватором – драглайн ЭО 5119 с ковшом 0,8 м³ в отвал на участках общей длиной 3050 м;
 - работа по расчистке русла и увеличению пропускной способности р. Ушайки в черте г. Томска выполнена в соответствии с проектно-сметной документацией
 - величина отклонения отметки дноуглубления от проектной не превышает установленные требования СНиП 3.02.01–87 и в основном ниже проектных отметок дноуглубления. Максимальное по участку дноуглубление – 2,18 м, среднее по участку 1,03 м.
 - уклон дна приведен в соответствии с естественными условиями. Площади живых сечений реки в основном превышают проектные на 22 %, поэтому пропускная способность участка русла р. Ушайки превышает проектный уровень пропуска максимального расхода воды.
 - увеличение рекреационной значимости прибрежных территорий и реки
 - улучшение эстетического облика реки и ее берегов [5].
- Капитальный ремонт гидротехнического сооружения:
 - Ограждающая дамба г. Томска (п. Степановка).

Сооружение было построено в конце 1970-х годов и предназначено для защиты селитебных территорий от затопления паводковыми водами р. Ушайки.

- Защитное гидротехническое сооружение п. Степановка до осуществления ремонта было представлено:
- ограждающей дамбой п. Ново – Карьерный;
- ограждающей дамбой вдоль ул. Короленко;
- береговым укреплением вдоль ул. Б. Хмельницкого.

В соответствии со СНиП 33–01–2003 «Гидротехнические сооружения. Основные положения», защитное сооружение относится к сооружениям III класса.

Ограждающая дамба пос. Ново – Карьерный. Ограждающая дамба была возведена в виде небольшого земляного вала. В плане дамба расположена на правосторонней пойме р. Ушайки. Крепление низового и верхового откосов насыпи отсутствовало. В результате затопления поймы паводковыми водами происходило постепенное разрушение сооружения.

Ограждающая дамба вдоль ул. Короленко. Дамба земляная насыпная проходит вдоль берега реки от моста на п. Ново–Карьерный до пересечения ул. Короленко с ул. Богдана Хмельницкого.

Высота дамбы до проведения ремонта – 1,0–3,5 м, длина 460 м, ширина гребня дамбы – 4,0 м. Дамба была отсыпана песчано–гравелистым грунтом. Поперечный профиль дамбы был отсыпан в виде трапеции. В период паводка 2010 г. уровень воды в реке был ниже гребня дамбы на 50–40 см.

На гребне дамбы наблюдались деформации, обусловленные воздействием транспортных средств.

Верховой откос был закреплен каменной наброской диаметром 15–20 см, толщина каменной наброски 20–30 см. Заложение верхового откоса дамбы составляло – 1:3, низового – 1:1,5. Низовой откос был не закреплён и подвергался разрушению.

В теле дамбы уложены трубы 3-х выпусков городских стоков: ливневых, производственных и хозяйственно-бытовых. Диаметр труб составляет от 0,3 до 1,0 м.

Ограждающая дамба замыкается на пешеходную часть моста через реку со стороны поселка Ново-Карьерный. Перед автомобильным мостом через р. Ушайку создавался дополнительный подпор уровней, достигающий 0,25–0,30 м. Мост находился в неудовлетворительном техническом состоянии.

Данное сооружение до осуществления ремонта не выполняло функции защитного сооружения. Практически ежегодно через дорогу происходил перелив паводковых вод и подтопление селитебной территории. Зимой 2010 года была построена временная противопаводковая дамба из мешков с песком.

Проектные решения предусматривали комплекс строительных мероприятий, позволяющих довести параметры и техническое состояние гидротехнических сооружений до нормативных требований, тем самым обеспечить защиту территории от затопления в период прохождения паводка.

Площадь земельного участка занятого сооружением до ремонта составляла 1,42 га. После проведения капитального ремонта площадь для эксплуатации сооружения составила 1,57 га.

При проведении капитального ремонта *ограждающей дамбы поселка Ново-Карьерный* были выполнены следующие виды работ:

- восстановлены основные параметры дамбы (высота дамбы, ширина гребня, заложение откосов) до нормативных показателей для сооружений III класса;

- устроен глинистый экран в теле дамбы;

- восстановлено крепление верхового откоса дамбы матрацами «Рено»;

- восстановлено крепление низового откоса дамбы посевом трав по слою растительного грунта;

- восстановлен водоотводный канал со стороны низового откоса и водоперепускное сооружение.

При проведении капитального ремонта ограждающей дамбы вдоль ул. Короленко проектом были выполнены следующие виды работ:

- повышена отметка гребня дамбы до нормативной, путём подсыпки песчано-гравелистым грунтом;

- восстановлен разрушенный низовой откос и укреплен посевом трав по слою растительного грунта;

- восстановлено крепление верхового откоса каменной наброской;

- восстановлено асфальтобетонное покрытие гребня дамбы;

- устроены металлические пешеходные ограждения по гребню дамбы;

- восстановлены существующие выпуски ливневой канализации [1].

Проект предотвращения истощения, ликвидации загрязнения и засорения озёр: Зырянского, Мавлюкеевского и Университетского в г. Томске.

Основным назначением проектов являлось – ликвидация угрозы полной деградации озёр, улучшение качества воды в озерах до нормативных показателей хозяйственно-бытового водопользования.

Настоящим проектом была выполнена реабилитация городских водных объектов за счёт проведения следующих видов работ:

- расчистка дна озера от многолетних донных отложений и остатков древесной растительности;

- расчистка акватории озера от водной растительности;

- расчистка береговой линии озера от древесно-кустарниковой растительности;

- расчистка прилегающей территории от старо-возрастной древесно-кустарниковой растительности и обрезка деревьев;

- расчистка прилегающей территории от бытового мусора;

- выравнивание и укрепление береговых откосов;

- восстановление травяного покрова на прилегающей территории;

- высадка кустарниковой растительности для биогенного закрепления берегов;

В результате проведения комплекса мероприятий улучшилось питание озёр, повысилось качество воды в озерах, была создана на прилегающих к озерам территориях благополучная в санитарном и экологическом плане среда обитания, что позволило в перспективе создать дополнительные участки рекреационного использования городской территории [2, 3, 4].

Литература

1. Проект капитального ремонта гидротехнического сооружения «ограждающая дамба г. Томска (пос. Степановка)». (ООО «ТомскВодоПроект», г. Томск)
2. Проект «Предотвращение истощения, ликвидация загрязнения и засорения Зырянского озера в г. Томске. (ООО «ТомскВодоПроект», г. Томск)
3. Проект «Предотвращение истощения, ликвидация загрязнения и засорения Мавлюкеевского озера в г. Томске. (ООО «ТомскВодоПроект», г. Томск)
4. Проект «Предотвращение истощения, ликвидация загрязнения и засорения Университетского озера в г. Томске. (ООО «ТомскВодоПроект», г. Томск)
5. Проект расчистки русла р. Ушайка и увеличения пропускной способности реки (ЗАО «Центр инженерных технологий», г. Барнаул)

**ПРОБЛЕМЫ ВОДООТВЕДЕНИЯ ХОЗЯЙСТВЕННО-БЫТОВЫХ СТОКОВ
РЕСПУБЛИКИ ХАКАСИЯ****Д.А. Пирожков**

Научный руководитель профессор Д.С. Покровский

Томский государственный архитектурно-строительный университет, г. Томск, Россия

Чистая вода является важнейшим фактором жизнеобеспечения людей. Четверть мировых запасов пресной воды сосредоточена в России, в том числе – в Хакасии, которая богата разнообразными водными источниками. Это ее многочисленные реки, естественные пресные и соленые озера, рукотворные водохранилища, подземные водоносные горизонты.

На территории Республики Хакасия насчитывается 283 населенных пункта, в которых проживают более 530 тыс. чел.

При изобилии водных ресурсов Хакасия занимает 7 место из 12 в Сибирском федеральном округе по обустройству жилого фонда водопроводом и канализацией.

Общая площадь жилых помещений, оборудованных централизованным водоотведением, в целом по республике составляет около 65 %, в т. ч. в городских поселениях – 85%, в сельской местности только 15 % площади жилых домов, оборудованных централизованным водоотведением.

Протяженность сетей водоотведения составляет более 940 км, в замене нуждаются 26% (246 км).

По итогам прошедшего года общий объем реализации холодной воды потребителям составил 28,1 тыс. м³. Потери воды составили 5,3 млн м³ (это 19 % от суммарного водозабора). Объем пропущенных сточных вод составил 24 млн м³. Пропущено через очистные сооружения 14,2 млн м³ (т.е. 59%), из них очищено до нормативных значений – 66%.

Практически во всех районных центрах республики отсутствуют канализационные очистные сооружения. Сброс стоков производится на ландшафт либо в бассейны рек и водохранилищ. Это пагубно сказывается на экологии республики и прилегающих регионов. Нарушается минеральный состав многочисленных озер республики, которые обладают высоким бальнеологическим потенциалом. Основная водная артерия – река Енисей, принимает около 90% всех стоков республики, поэтому от состояния водопроводно-канализационного хозяйства напрямую зависят чистота великой сибирской реки, а также экологическое благополучие граждан.

В сложившейся ситуации представляется правильным, используя нормы технического и нормативного регулирования, стимулировать в водохозяйственной отрасли республики внедрение современных технологий, строительство очистных сооружений, производящих очистку стоков соответствующих нормативным показателям, в том числе локальных в местах сезонного отдыха людей. Использовать новые технологии и материалы при прокладке канализационных сетей, тем самым увеличить надежность и долговечность системы, исключить проникновение неочищенных стоков в грунт, а затем и в водоемы.

Кроме заботы о здоровье будущих поколений и сохранения экологии на территории Хакасии, что конечно чрезвычайно важно, у данной проблемы есть аспекты, связанные с эффективностью экономики и развития туризма, что с каждым годом набирает обороты. Множество озер, обладающих высокими минеральными и лечебными свойствами, притягивают не только местных жителей, но и людей из разных регионов страны. Данный вид сезонного отдыха оказывает негативное воздействие на экологическое состояние водоемов, так как зачастую в таких местах отсутствуют какие-либо очистные сооружения.

Решением данной проблемы может стать установка локальных очистных сооружений в местах отдыха. Широкий спектр современных технологий по очистке стоков позволяет индивидуально подобрать установки различные по производительности и принципам очистки. Например, «автономная система биологической очистки сточных вод», за основу которой взята очистка стоков активным илом. Установка подобных сооружений позволит сохранить природные качества водоемов, не нарушать минеральный состав вод.

Вода, как и многие наши стратегические ресурсы, нуждается в четко продуманной системе охраны и сбережения, современном инфраструктурном обеспечении. В природе нельзя сохранить баланс и здоровую среду без комплексной заботы о водных ресурсах.

Литература

1. Портал исполнительных органов государственной власти Республики Хакасия
2. <http://www.r-19.ru/mainpage/authority/21/14878/intervju/16215/22966/22967.html>
3. http://www.ekodar.ru/prom/oborudovanie/ochistka_stokov/biologicheskaya_ochistka/local/
4. <http://www.stok-voda.ru/lokainie-ochistnie.html>
5. http://www.polexgroup.ru/septiki_ochistnye_sooruzhenija_kanalizacija/statja_lokalnye_ochistnye_sooruzhenija/

ВОПРОСЫ СОБСТВЕННОСТИ НА ВОДНЫЕ ОБЪЕКТЫ В ПРЕЖНЕМ И ДЕЙСТВУЮЩЕМ ЗАКОНОДАТЕЛЬСТВЕ**Е.Г. Платонова**

Научный руководитель доцент В.В. Янковский

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Водное право – это совокупность правовых норм, регулирующих общественные отношения по использованию, охране и восстановлению водных объектов. Правовому регулированию подлежат различные по виду использования естественные и искусственные водные объекты.

Правовое регулирование водных отношений имеет долгую историю. В разные периоды развития водного права в основном господствовал то способ при административном акте представления водного объекта в пользование (либо его изъятие), то способ заключения договоров водопользования.

В России историю правового регулирования последних десятилетий условно можно поделить на два этапа. Первый этап, это когда в странах социалистической системы утверждается государственная собственность на водные объекты и водное хозяйство. В советское время водное право рассматривалось исключительно как государственная форма собственности на водные объекты. Впервые Основы водного законодательства СССР и союзных республик были приняты в 1970 г. [1].

В XXI в. было разработано новое водное законодательство, связанное с утверждением и развитием в России рыночных отношений. С 1 января 2007 г. вступил в силу новый Водный Кодекс РФ от 3 июня 2006 г. № 74-ФЗ. Что ознаменовало новый этап развития водного права, которое должно было обеспечить прозрачность и взаимную ответственность участников водных отношений.

В данной работе рассмотрены вопросы собственности на водные объекты в прежнем и действующем законодательстве.

В современном понимании, право собственности – это совокупность правовых норм, закрепляющих присвоенность вещей отдельным лицам и коллективам. Содержание права собственности на водные объекты определяется как гражданским, так и водным законодательством [2]. Следуя водному законодательству, можно наблюдать две особенности права собственности на водные объекты, заключающиеся в неполном применении понятия «Владения» к водным объектам, поскольку сосредоточенная в них вода находится в состоянии непрерывного движения и водообмена, а также в запрете на отчуждение водных объектов (кроме прудов и обводненных карьеров).

Отношение собственности на водные объекты, неоднозначны, так как довольно трудно определить границы текучих вод. Согласно Водному Кодексу РФ 1995 г. поверхностные водные объекты представляются как единство поверхностных вод и покрываемых этими водами земель в пределах береговой линии. А согласно Водному кодексу РФ 2006 г. береговая линия и границы водного объекта устанавливаются законодательством. В свою очередь береговая линия определяется по среднегодовому уровню воды в безледный период. Но, мониторинг в нашей стране за последние 15–20 лет, к сожалению, оставляет желать лучшего [3].

По Водному Кодексу РФ 1995 г., в собственности граждан и юридических лиц могли находиться обособленные водные объекты (замкнутые водоемы) – небольшие по площади и непроточные искусственные водоемы, не имеющие гидравлической связи с другими поверхностными водными объектами. Что не очень корректно, ведь отсутствие гидравлической связи с другими водными объектами встречается крайне редко. Даже если между поверхностными водными объектами нет связи, то не исключена его гидравлическая связь с поверхностными водами через подземные источники. Согласно Водному Кодексу РФ 2006 г. в собственности граждан и юридических лиц могут находиться обособленные водные объекты искусственного происхождения (пруд, обводненный карьер, расположенные в границах земельного участка, принадлежащего на праве собственности).

Согласно статье 34 о «Формах собственности на водные объекты» Водного Кодекса РФ от 1995 г. собственник имеет право на изменение русла реки или иное изменение местоположения водного объекта не влекущее изменения формы и вида собственности на водный объект, что не соответствует статье 209 Гражданского кодекса о, своего рода, «экологических приоритетах». Свободное владение, пользование распоряжение земель и другими природными ресурсами ограничено требованием не наносить ущерба окружающей среде. А уже согласно Водному Кодексу РФ 2006 г. только естественное изменение русла реки не влечет за собой изменение или прекращение права пользования водным объектом [4].

Исходя из выше изложенного, можно сделать вывод, что правовое регулирование отношений на водные объекты за всю историю своего существования претерпело многочисленные изменения. И изменения эти были направлены в лучшую сторону, особенно это касается частной собственности. Но все-таки на данный момент, настоящий Водный Кодекс не идеален, и в дальнейшем есть над чем работать.

Литература

1. Сиваков Д.О. Водное право. Учебное пособие. – М.: ЮСТИЦ ИНФОРМ, 2007. – 92 с.
2. Водный Кодекс РФ от 16 ноября 1995 года N 167-ФЗ
3. Гражданский Кодекс РФ 26 ноября 2001 года N 146-ФЗ
4. Водный Кодекс РФ от 3 июня 2006 года N 74-ФЗ (с изменениями на 6 декабря 20011 г.)

ХАРАКТЕРИСТИКА ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА ПОДЗЕМНЫХ ВОД АПТ-СЕНОМАНСКОГО КОМПЛЕКСА НА МАЙСКОМ НЕФТЯНОМ МЕСТОРОЖДЕНИИ (ТОМСКАЯ ОБЛАСТЬ)

И.Б. Рахматуллаев

Научный руководитель профессор Е.М. Дутова

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

В административном отношении Майское нефтяное месторождение (МНМ) расположено в юго-западной части Каргасокского района Томской области. По районированию территории оно относится к Среднеvasюганскому нефтегазоносному району Васюганской нефтегазоносной области [1].

Расстояние до областного центра – г. Томска – около 470 км, до г. Кедрового, где находится ближайший аэропорт областного значения – 125 км. Ближайшим населенным пунктом является п. Майск с пристанью на р. Васюган, расположенный в 25 км северо-западнее.

Для добычи углеводородного сырья на Майском месторождении необходимо проводить работы по поддержанию пластового давления, т.е. производить закачку вод в нефтяные пласты. Это возможно лишь с наличием водозабора с оцененными запасами и качеством вод удовлетворяющим требования ОСТ 39-225-88 «Вода для заводнения нефтяных пластов. Требования к качеству».

Оценка запасов и изучение качества химического состава подземных вод апт-сеноманских отложений проводилась организацией ООО «Спецгеострой», в частности Ламинским А.И., Лазаренко Е.А, а в изучении химического состава вод автор статьи принимал самое непосредственное участие.

Основное целевое назначение водозабора апт-сеноманского комплекса – водоснабжение системы поддержания пластового давления (ППД), в которых практически добываемые воды используются не в чистом виде, а в смеси с попутными нефтяными (подтоварными) водами. Подтоварные воды в значительной степени ухудшают качественные показатели агента закачки и определяют необходимость применения технологии его подготовки к целевому использованию. Природное качество воды эксплуатируемого комплекса изучено, в большей степени, с точки зрения оценки влияния на нормируемые показатели закачиваемой в пласт композиции, составляющей частью которой эта вода является.

Оценочные критерии качества воды направлены на сохранение нефтяных залежей и фильтрационно-емкостных свойств (ФЕС) принимающего коллектора, с учетом его исходных свойств [2].

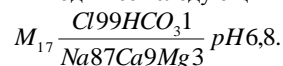
Водозабор эксплуатируется с сентября 2008 г. со средней производительностью 1 285,1 м³/сут или 26% от заявленной потребности, максимальные дебиты скважин, в отдельные периоды достигали 3,5 тыс. м³/сут и более.

При подсчете запасов гидродинамическим способом, принята расчетная схема в соответствии с существующим водозабором. План подсчета запасов включает 2 эксплуатационные скважины (1В3 и 2В3).

Значения расчетных параметров апт-сеноманского водоносного комплекса получены на основе результатов интерпретации ГИС. Гидродинамические расчеты дали прогнозное значение понижения воды на конец расчетного срока, равное 52,9 м. При предельно допустимом понижении в 300 м, принятом исходя из технических эксплуатационных характеристик обычно используемого на промыслах водоподъемного оборудования.

По данным гидрогеохимического опробования эксплуатационных скважин, воды нижне-верхнемелового водоносного комплекса покурской свиты относятся к типу соленых хлоридных натриевых (по классификации О.А. Алекина), или к типу хлор-кальциевых вод (по классификации В.А. Сулина). Минерализация вод изменяется в незначительных пределах 16,7–18,2 г/л. В анионном составе преобладает хлорид-ион (98–99 мг-экв%), в катионном – натрий (85–89 мг-экв%), доля кальция и магния достигает 11 и 3 мг-экв%, соответственно. Реакция среды нейтральная при pH=6,6-7,4.

Формула химического состава подземных вод имеет следующий вид:



Характерным для водоносного комплекса является повышенное содержание брома, йода, стронция, лития и ряда других микрокомпонентов.

Содержание йода в исследуемых водах варьирует в пределах 10,38–38,7 мг/л и достигает кондиций для бальнеологических и промышленных вод. Большая часть йода, растворенного в подземных водах, связана с деструктивным разрушением сложных йодсодержащих органических соединений рассеянного органического вещества. Содержание брома изменяется от 39,47 до 43,2 мг/л и также соответствует кондициям для бальнеологических целей, но не достигает промышленных. Кроме того, по результатам опробования наблюдаются повышенные содержания стронция 30,52–41,4 мг/л, бария 11,58–18,12 мг/л, не достигающие минимального предела кондиций, при которых воды могут представлять промышленный интерес. Концентрации прочих микроэлементов в водах определяются примерно на одном уровне, чаще на границе чувствительности методов количественно-химического анализа (КХА) и ниже. Имеющиеся колебания значений концентраций макрокомпонентов укладываются в пределы точности анализа и не носят системного характера. Так, содержание ионов хлора изменяется от 9 979 до 11 169 мг/л, сульфат-иона – от 2 мг/л до 50 мг/л, аммония, не превышает 19,07 мг/л, натрия – 6250 мг/л.

Газовый фактор (насыщенность вод газом) варьирует в пределах 0,1-0,5, в среднем составляя – 1,01. Состав газа исследуемых вод – метановый. Метан в подземных водах образуется в результате биохимических процессов в результате разложения органического вещества и характерен для восстановительных условий.

Концентрация метана составила 95,34 об%. Содержание растворенного кислорода в водах составляет 0,308 об%. Пластовая температура – 60–70°C.

Допустимое содержание механических примесей количество взвешенных частиц (КВЧ) в закачиваемой соленой воде в соответствии с требованиями ОСТ не должно превышать 3 мг/л. По обработанным результатам проводимого недропользователем ежедневного опробования, среднемесячные значения показателя КВЧ за период наблюдений колебались от 6,9 до 148,0 и от 14,9 до 88,0 мг/л по скважинам 1ВЗ и 2ВЗ, соответственно. Причем, экстремальные значения 2,0 (май 2009 г) и 835 мг/л (октябрь, 2008 г.) наблюдались в скв. 1ВЗ. Сравнительный анализ показал явную связь изменений КВЧ со стадией освоения скважин и режимом их работы. Самые высокие содержания взвешенных частиц отмечены в самом начале эксплуатации. Относительный рост показателя наблюдается при включении насосов после простоев и при увеличении производительности скважин, при постоянной работе со стабильными дебитами идет его стабильное снижение. На момент подсчета запасов подземных вод КВЧ в целом по водозабору не превышает 20,0 мг/л. При соблюдении стабильного режима эксплуатации вероятно достижения норматива по КВЧ, без дополнительных мероприятий.

Формирование состава подземных вод нельзя понять, не рассматривая равновесия в системе вода–порода, поэтому в ходе работы было оценено равновесие с первичными алюмосиликатами и карбонатными минералами. Такой выбор обусловлен широким распространением упомянутых минералов в земной коре. Следовательно, именно они играют ведущую роль в обогащении природных вод химическими элементами.

Расчет равновесия в системе вода–порода осуществлялся физико-химическими методами с использованием функций электронных таблиц MS Excel.

Равновесия подземных вод с алюмосиликатными минералами. Все точки состава вод располагаются в пределах полей устойчивости глинистых минералов, т.е. все воды находятся в равновесии с каолинитом, На-монтмориллонитом и иллитом, но неравновесны с альбитом и анортитом.

В поле устойчивости монтмориллонита располагаются наиболее минерализованные и наиболее щелочные воды, по мере подкисления вод и уменьшения их общей минерализации расположение точек все больше смещается в поле устойчивости каолинита.

Анализ диаграмм показывает, что воды района исследований неравновесны с первичными алюмосиликатами, и поэтому способны растворять эти минералы с образованием глинистых продуктов, а при слабом водообмене и вторичных карбонатов [3].

Равновесие подземных вод с карбонатными минералами. Насыщенность вод карбонатами носит не случайный, а зональный характер и обусловлена общей эволюцией состава вод от пресных к соленым по мере уменьшения интенсивности водообмена, который является показателем зональности [3].

Для изучения характера равновесия подземных вод были проанализированы взаимодействия с такими карбонатными минералами как: кальцит, доломит, магнезит. В ходе изучения химического состава подземных вод апт-сеноманского комплекса, было установлено, что рассматриваемые воды насыщены по отношению к карбонатным минералам, это характеризуется достаточно высокими значениями Ca^{2+} , Mg^{2+} , CO_3^{2-} , pH.

Таким образом, качество исследуемых подземных вод в целом отвечают требованиям целевого назначения – использования в качестве объемной добавки в закачиваемую для поддержания пластового давления жидкость. Исключение составляют, в основном показатели КВЧ и коррозионной активности воды по отношению к металлам, имеющие повышенные региональные фоновые значения, но меньшие чем у подтоварных вод. Снижение КВЧ возможно при технологически грамотной эксплуатации скважин. Регулирование коррозионной активности возможно применением различных традиционно применяемых в регионе технологий водоподготовки, определяемых, главным образом качеством подтоварных вод.

Полученные результаты показали весьма стабильные показатели гидрогеохимического режима верхне-нижнемелового водоносного комплекса. Опытот подобных исследований в Томской области подтверждается стабильность состава вод и в годовом цикле, и в многолетнем, в том числе в условиях эксплуатации подземных вод комплекса.

Данные, полученные в результате проделанной работы, являются основой для изучения характера совместности вод апт-сеноманского комплекса с водами юрских отложений, в процессе поддержания пластового давления.

Литература

1. Матусевич В.М., Курчиков А.Р., Семёнова Т.В., Павленко О.Л. Нефтегазовая гидрогеология Западно-Сибирского мегабассейна. – Тюмень: ТюмГНГУ, 2005. – 225 с.
2. Белозеров В.Б., Бурштейн Л.М., Городников М.А. и др. Количественная оценка ресурсов углеводородного сырья Томской области с уточнением ресурсов по лицензионным участкам. – Новосибирск: ИГНИГ, 2001.
3. Шварцев С.Л. Гидрогеохимия зоны гипергенеза. – М.: Недра, 1998. – 366 с.

ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ АРТЕЗИАНСКИХ ВОД ЦЕНТРА УЧЕБНЫХ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ПРАКТИК ТОМСКОГО ПОЛИТЕХНИЧЕСКОГО УНИВЕРСИТЕТА (ХАКАСИЯ)

М.М. Семёнова, А.А. Мошкина

Научный руководитель доцент А.Д. Назаров

Национальный исследовательский томский политехнический университет, г. Томск, Россия

В гидрогеологическом отношении район исследований – центр учебных геологических практик НИ ТПУ расположен на стыке степной полуаридной зоны Северо-Минусинского межгорного адартезианского бассейна и полугумидной зоны Батеневского кряжа Саяно-Алтайской гидрогеологической складчатой области, определяющих основные черты и специфические особенности формирования химического состава и режима природных вод, масштабы и направленность водных потоков. Додевонский комплекс Батеневского кряжа (салаириды) представлен рифей-венд – кембрийскими отложениями, собранными в линейные складки, осложнённые разноориентированными разломами и прорванные разнообразными интрузивными комплексами рифейского и кембро-ордовикского возраста. Указанная трещиноватость предопределила заметную обводнённость трещинно-жильных зон за счёт инфильтрации атмосферных осадков, напорные и напорно-безнапорные воды которых широко используются для локального хозяйственно-питьевого и промышленного водоснабжения населённых пунктов и промышленных предприятий в горных и предгорных районах. Заметным распространением в районе пользуются грунтовые трещинно-пластовые воды коры выветривания метаморфических пород.

Хозяйственно-питьевое водоснабжение центра учебных геологических практик НИ ТПУ сначала осуществлялось за счёт грунтовых вод рыхлых склоновых отложений из колодца (на территории центра). В последующем было организовано централизованное водоснабжение из неглубокой (25 м) скважины (фильтр с Н=15 м) (рис. 1). Горизонт напорно-безнапорный с заметным питанием за счёт грунтовых вод. Вода насосом подаётся в невысокую водонапорную башню и оттуда вторым насосом распределяется по центру.



Рис.1 Павильон скважины «Геополлигонная» с погружным электронасосом

Проба воды на анализ отбиралась из уличной водоколонки. Вода слабощелочная, собственно пресная, гидрокарбонатная магниевно-кальциевая, умеренно жёсткая, с содержанием аммония 2,4 мг/л и нитрит-иона 0,02 мг/л и по указанным показателям отвечает требованиям для питьевой воды [1–2]. Формула Курлова имеет следующий вид

$$M_{0,5} \frac{HCO_3(86,3)SO_4(10,9)Cl(2,8)}{Ca(50,8)Mg(34,5)Na(13,7)K(1)} pH(8) \quad (2011 \text{ г.}) \quad M_{0,536} \frac{HCO_3(74)SO_4(21)Cl(6)}{Ca(52)Mg(34)Na + K(13)} \quad (1999 \text{ г.}).$$

Примерно в 7 км от центра вверх по течению р. Карыш в п. Чалдыштаг была отобрана проба воды из неглубокой (24 м) водоснабженческой скважины. До 12 м бурением была пройдена рыхлая толща, затем до 20 м проходка шла по твёрдым породам, ниже которых был вскрыт напорный (уровень воды поднялся до отметки 10 м) трещиноватый водоносный слой. Уровень воды примерно на отметке воды в подземном русле р. Карыш. Вода отобрана непосредственно из скважины. Вода очень холодная (Т=3,5°С), слабощелочная, умеренно-пресная, гидрокарбонатная магниевно-кальциевая [1,3]. Формула Курлова воды имеет следующий вид

$$M_{0,402} \frac{HCO_3(87,6)SO_4(8,7)Cl(3,7)}{Ca(66,3)Mg(23,8)Na(9,3)K(0,6)} pH(7,76)$$

Примерно в километре от центра южнее озера Пионерского в Молодёжном лагере на залесённом склоне горы расположена водозаборная скважина глубиной 98 м с водонапорной башней, куда насосом подаётся подземная вода (рис. 2). Координаты: 54°21'01" с.ш., 90°00'01" в.д. Отметка: 573 абс. м.



Рис.2 Водоснабженческая скважина «Молодёжная» с водонапорной башней

Вода отобрана из башни. Вода слабощелочная, умеренно-пресная, средне-жесткая, гидрокарбонатная магниевно-кальциевая [1]. Формула Курлова воды имеет следующий вид

$$M_{0,425} \frac{HCO_3(93,6)SO_4(5,7)Cl(0,7)}{Ca(62,6)Mg(26,8)Na(10,1)K(0,4)} pH(7,73)$$

Усреднённый состав хозяйственно-питьевых вод горных районов Хакасии имеет следующую формулу Курлова

$$M_{0,359} \frac{HCO_3(93,6)SO_4(5,8)Cl(0,5)}{Na + K(47,5)Ca(32)Mg(20,4)} pH(7,9)[1]$$

Для усреднённого состава подземных вод гранитоидов [1] формула Курлова имеет следующий вид

$$M_{0,483} \frac{HCO_3(78,7)SO_4(10,6)Cl(10,7)}{Ca(66,2)Mg(24,8)Na(8)K(1)} pH(7,38)$$

Формула Курлова для усреднённого состава грунтовых вод центра [1] имеет следующий вид

$$M_{0,755} \frac{HCO_3(89,1)SO_4(7,2)Cl(3,6)}{Ca(47,7)Mg(31,7)Na(18,5)K(2,2)} pH(7,4)$$

Питьевая подземная вода центра по химическому составу наиболее близка к грунтовым водам центра и подземным водам гранитоидов.

Литература

1. Копылова Ю.Г., Дутова Е.М., Васильев Б.Д. и др. Путеводитель по природным водам полигона учебных геологических практик в северной Хакасии. – Томск: Изд-во ТПУ, 2005. – 150 с.
2. Шварцев С.Л. Общая гидрогеология. – М.: Недра. 1998. – 450 с.

ПРОБЛЕМА ЗАГРЯЗНЕНИЯ ГРУНТОВЫХ ВОД В РАЙОНЕ РАЗМЕЩЕНИЯ ОЧИСТНЫХ СООРУЖЕНИЙ ЗАО «ОЛЬХОВАТСКИЙ САХАРНЫЙ ЗАВОД» (ВОРОНЕЖСКАЯ ОБЛАСТЬ) В.В. Скрипов

Научный руководитель преподаватель С.П. Пасмарнова
Воронежский государственный университет, г. Воронеж, Россия

Проблема загрязнения подземных вод в районах размещения промышленных предприятий на сегодняшний день является одной из самых актуальных [2]. Примером тому может служить ЗАО «Ольховатский сахарный завод». Очистными сооружениями сахарного завода являются поля фильтрации. Они представляют собой самостоятельный, достаточно крупный объект (площадь 48,65 га), расположенный в 5 км от завода. Поля фильтрации размещены на участке, сложенном отложениями белого писчего трещиноватого мела. На них поступают промышленные стоки сахарного завода и хозяйственно-бытовые стоки поселка Ольховатка, характеризующиеся высокими значениями сухого остатка, аммиака и окисляемости. В связи с этим поля фильтрации создают существенную техногенную нагрузку на геологическую среду и являются источником загрязнения грунтовых вод.

Следует отметить, что до недавнего времени в пределах рассматриваемого объекта не велось наблюдения за качеством и динамикой грунтовых вод из-за отсутствия мониторинговой наблюдательной сети. В настоящее время в связи с оборудованием 5 наблюдательных скважин стало возможным проведение цикла работ по гидрогеохимическому опробованию, анализ результатов которого представлен автором в настоящей статье.

В пределах территории исследований первыми от поверхности являются водоносный верхнечетвертичный аллювиальный горизонт и водоносный турон-коньякский карбонатный комплекс (основной эксплуатируемый для централизованного водоснабжения поселка Ольховатка и других населенных пунктов).

Водовмещающие породы водоносного верхнечетвертичного аллювиального горизонта представлены разнородными песками с прослоями суглинков. Мощность пород изменяется от 2 до 7 м, глубина залегания

уровня подземных вод колеблется в пределах от 9 до 10 м. Воды безнапорные. Водоносный турон-коньякский карбонатный комплекс гидравлически связан с водами четвертичных аллювиальных отложений, мощность его изменяется от 40 до 80 м, воды безнапорные.

В рассматриваемом регионе подземные воды указанных выше гидрогеологических подразделений пресные, с минерализацией 0,1–0,6 г/дм³, по химическому составу – преимущественно гидрокарбонатные кальциевые. Анализ результатов гидрохимического опробования наблюдательных скважин свидетельствует о техногенной трансформации химического состава подземных вод в районе размещения полей фильтрации.

Так, в анионном составе как типобразующие появляются хлор-ион и сульфат-ион, а в катионном типом составе помимо кальция присутствует натрий. Минерализация подземных вод варьирует в пределах 0,9–1,9 г/дм³, при этом в центральной части полей фильтрации она составляет 1,5–1,9 г/дм³, на периферии – 1,1–1,3 г/дм³, за пределами полей фильтрации вниз по потоку подземных вод – 0,9–1,2 г/дм³. Общая жесткость, соответственно, изменяется от 13,0 мг-экв/дм³ до 25,3 мг-экв/дм³.

На исследуемой территории в грунтовых водах отмечаются аномально высокие концентрации хлоридов (115,2–128,6 мг/дм³), однако, не превышающие допустимых по санитарным нормам (350 мг/дм³). Содержание железа составляет 0,5–2,9 мг/дм³, что превышает ПДК в 2–8 раз [4].

Участок размещения полей фильтрации характеризуется интенсивным поступлением в подземные воды азота аммонийного. Максимальные концентрации иона аммония достигают 10,5–12,9 мг/дм³.

Для подземных вод рассматриваемого района характерны высокие значения окисляемости (6,5–7,8 мгО₂/дм³), что является результатом их загрязнения органическими веществами сточных вод. Из органических соединений присутствуют нефтепродукты и фенолы. Содержание нефтепродуктов составляет 0,6–0,12 мг/дм³, фенолов – 0,01–0,035 мг/дм³; при этом максимальные концентрации зафиксированы в центральной части очистных сооружений, за пределами полей фильтрации – они снижаются.

Полученные данные свидетельствуют, что гидрогеохимическая аномалия, выделенная в районе полей фильтрации сахарного завода, имеет зональное строение и характеризуется снижением концентраций компонентов-загрязнителей в направлении фильтрационного потока вследствие уменьшения их содержания в подземных водах по мере удаления от площадного источника загрязнения (полей фильтрации). Форма аномалии также определяется региональными гидродинамическими условиями (вытянута в направлении потока подземных вод).

Таким образом, в результате проведенного анализа можно сделать вывод о том, что в районе очистных сооружений сахарного завода и сопредельной с ними территории грунтовые воды не пригодны для питьевого водоснабжения. Использовать их можно только для технического водоснабжения. Для проведения дальнейших исследований необходимо расширить мониторинговую сеть, так как существующих точек наблюдения крайне недостаточно для действенного и объективного контроля за состоянием химического состава подземных вод.

Литература

1. Гольдберг В.М. Гидрогеологические основы охраны подземных вод от загрязнения. – М.: Недра, 1984. – 266 с.
2. Лисенков А.Б. и др. Техногенные процессы в подземных водах. – М.: Научный мир, 2003. – 246 с.
3. Питьева К.Е. Гидрогеохимия. – М.: Изд-во МГУ, 1988. – 316 с.
4. СанПин 2.1.4.1074-01. Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества: Санитарные правила и нормы. – М.: Информационно-издательский центр Госкомэпиднадзора России, 2001.

ГИДРОЛОГИЧЕСКИЙ И ГИДРОХИМИЧЕСКИЙ РЕЖИМ БОЛОТ

О.Н. Смирнов, М.А. Вершинин

Научный руководитель профессор Л.И. Инишева

Томский государственный педагогический университет, г. Томск, Россия

Ранее проведенными исследованиями, посвященными гидрологии болот [2, 6], показана важность знания гидрологических условий болот Западной Сибири в связи с тем, что более половины ее территории занимают болота.

В работе изложены результаты исследований элементов гидрологического и гидрохимического режима за вегетационный период 2011 г. Исследования проводились в южно-таежной подзоне Западной Сибири на эвтрофной и олиготрофной болотной экосистемах [4].

Эвтрофная болотная экосистема Таган (далее п. 1) находится в Северобарабинском болотном округе подтаежных эвтрофных осоково-гипновых болот в сочетании с сосново-кустарничково-сфагновыми. Болото занимает древнюю ложбину стока. Мощность торфяной залежи в пункте исследований 3м, возраст отложений 5465±50 лет. Подстилающие породы представлены легкими и тяжелыми пылеватыми суглинками, тяжелыми супесями. Водоприемником является р. Черная.

Олиготрофная болотная экосистема (далее п. 3) расположена в Васюганском болотном округе южнотаежных олиготрофных грядово-мочажинных и сосново-кустарничково-сфагновых болот. Торфяная залежь в п. 3 достигает 3 м возраст 5200±50 лет, подстилается плотными водонепроницаемыми глинами ширтинского и тазовского объединенных горизонтов. В их основании залегают илистые темно-серые гумусированные глины, иногда содержащие раковины пресноводных моллюсков. Водоприемник болота река Ключ.

На объектах проводились следующие наблюдения: снегомерная съемка [5] в период максимального снегонакопления, ежедневно уровни болотных вод (УБВ) [3], влажность торфяной залежи [1]. Пробы воды на динамику гидрохимических свойств ежемесячно отбирали в метровых колодцах, анализ проводился по [5].

Вегетационный период в п. 1 по (ГМС Томск), характеризуется как близкий к среднегодовому. Май (ГТК 0,8) и сентябрь (ГТК 0,4) можно характеризовать как засушливые. Вместе с тем, в июле количество осадков превысило норму в 2,2 раза (ГТК 3,6) (рисунок). За этот период амплитуда колебания УБВ составила 26 см. В мае УБВ поднялся выше средней поверхности болота и продержался до конца июня, что объясняется достаточными снегозапасами. Высота снежного покрова составляла 62 см, плотность снега 0,2 г/см³, запас влаги в снеге – 123 мм. Увлажнение торфяной залежи в мае достигает полной влагоемкости (ПВ), далее влагозапасы находятся в пределах 0,9–1,0 ПВ, что показывает достаточно стабильный водный режим торфяной залежи на исследуемом пункте.

Вегетационный период по погодным условиям (ГМС Бакчар) в п. 3 близок к среднегодовым показателям. По результатам снегомерной съемки высота снежного покрова достигает 64 см, средняя плотность снега 0,20 г/см³ запас воды в снеге 129 мм. Данные показатели близки к аналогичным на п. 1. Распределение тепла и влаги в течение вегетационного периода имеет свои особенности. Так, в июне температура на 2–3 °С выше нормы (ГТК 1,1). В июле и августе осадки превышают норму в два и более раза соответственно (ГТК 2,5, 3,5). Заканчивается вегетационный период засушливым сентябрем с осадками в 3 раза меньше среднегодовых значений (рисунок). Интервал экстремальных значений УБВ в течение вегетационного периода составляет 10 см. Влажность торфяной залежи в течение вегетационного периода поддерживается в пределах 0,8–1,0 ПВ, достигает ПВ в мае, что связано с поступлением снеговой воды и в начале августа в результате выпадения обильных осадков. Динамика водного режима в п. 3 имеет плавный характер.

Рассмотрим химический состав болотных вод при сложившемся водном режиме 2011 г. Известно, что с одной стороны болота служат геохимическими барьерами, которые благодаря своей высокой сорбционной способности задерживают большой спектр загрязняющих веществ из атмосферы, выводя их из круговорота веществ. Но с другой стороны, сложный химический состав самих торфов в торфяной залежи, их физико-коллоидная структура формируют собственный химический состав болотных вод.

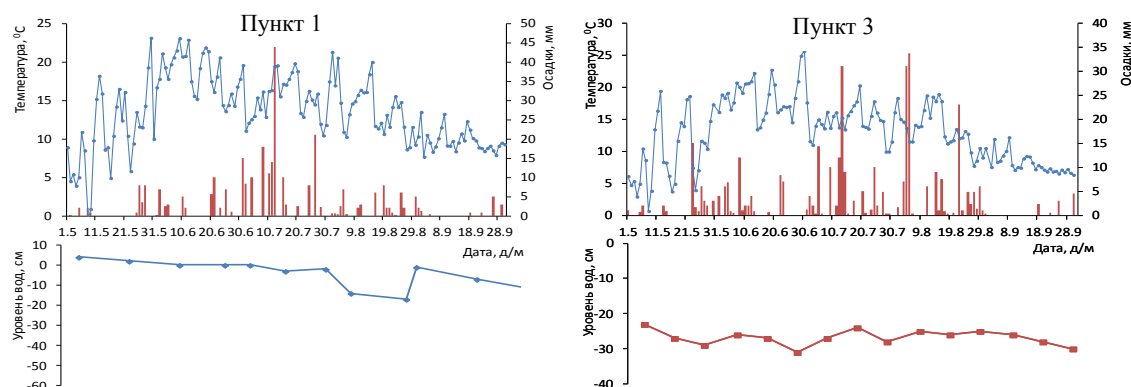


Рис. Динамика уровней болотных вод

Различие в принадлежности к типу болот, прежде всего, оказывает влияние на содержание кальция, магния и бикарбонатов. Так для олиготрофного болота (п. 3) пределы содержания катионов Ca^{2+} ограничены значениями 4,0–21,0 мг/л (при среднем 9,3 мг/л), Mg^{2+} 0,9–3,6 мг/л (среднее 6,0 мг/л). Значительно больше этих компонентов в болотных водах низинного болота (табл.). Соответственно различаются и значения pH от 6,6 до 7,7 в пункте 1 и 3,8–5,1 в п. 3. Несколько повышенное содержание ионов кальция и магния можно объяснить мезотрофным типом торфообразования, так как исследуемая территория располагается на карбонатных породах. Вместе с тем, в верховом болоте отмечается более высокая концентрация иона аммония, что свидетельствует об активности этого процесса в торфяной залежи. Именно в этой залежи отмечаются низкие значения УБВ и, соответственно, активизация микрофлоры болота, определяющая увеличение концентрации аммонийного иона в зоне отбора вод на анализ. Важный компонент болотных вод – ГК и ФК, которые придают воде желтый цвет. И если по концентрации гуминовых кислот болотные воды торфяных залежей исследуемых пунктов примерно одинаковые, то ФК значительно больше содержатся в болотной воде олиготрофного болота.

В связи с выше рассмотренным, важно выявить влияние болотных вод на состав водоприемников. Гидрохимический состав рек, протекающих по разнотипным болотам, практически копирует макрокомпонентный состав болотных вод. Исключение составляет содержание специфических кислот. Их концентрация в р. Ключ много больше.

Таким образом, гидрологический режим олиготрофного болота южно – таежной подзоны Западной Сибири определяется формированием деятельного слоя до 30 см в погодных условиях 2011 г., в то время как деятельный слой эвтрофного болота формируется до глубины 10 см, что объясняется гидрологическими и гидрохимическими условиями их залегания. Особенности подстилающих пород исследуемой территории способствовали формированию олиготрофных болот с более богатым минеральным питанием и эвтрофных болот

с высоким содержанием питательных элементов и, соответственно, своеобразным составом болотных вод. Гидрохимический состав речных вод соответствует составу болотных вод и определяется УБВ и окислительно-восстановительными условиями в торфяной залежи.

Таблица

Химический состав болотных и речных вод за вегетационный период, мг/л

Объекты Компоненты	Таган		Васюганье	
	П. 1	р. Черная	П. 3	р. Ключ
pH	6,6–7,7	6,8–7,9	3,8–5,1	6,5–6,6
Ca ²⁺	<u>18,0–33,5</u> 25,5	<u>25,5–80,1</u> 48,7	<u>4–21</u> 9,2	<u>9,4–12</u> 10,3
Mg ²⁺	<u>4,8–20,7</u> 9,9	<u>8–15,8</u> 10,7	<u>0,9–3,6</u> 1,7	<u>2,4–12,8</u> 6,0
HCO ₃ ⁻	<u>85,4–134,2</u> 109,8	<u>67,1–305,1</u> 200,6	<u>24,4–42,7</u> 33,5	<u>48,8–79,3</u> 61
NH ₄ ⁺	<u>1,2–5,1</u> 3,4	<u>0,8–1,6</u> 1,1	<u>7,5–14,8</u> 10,1	<u>4,9–9,2</u> 7,2
ГК	<u>3,9–13,1</u> 9,2	<u>2–17,1</u> 9,8	<u>4,6–17,1</u> 10,3	<u>6,3–14,6</u> 11,5
ФК	<u>13,2–30,3</u> 26,8	<u>2,6–14,5</u> 9,0	<u>24,1–38,7</u> 32,7	<u>16,5–37,2</u> 27,0

ГК – гуминовые кислоты, ФК – фульвокислоты

Работа выполнена при финансовой поддержке грантов РФФИ (12-05-00149-а, 12-05-00291-а, 12-05-00094-а, 12-05-00138-а).

Литература

- ГОСТ 11305-83 Торф. Методы определения влаги.
- Иванов К.Е., Новиков С.М. Болота Западной Сибири их строение и гидрологический режим. – Л.: Гидрометеиздат, 1976. – 150 с.
- Иванова А.В. Наставления гидрометрическим станциям и постам. – Л.: Гидрометеиздат, 1990. – 360 с.
- Инишева Л.И., Виноградов В.Ю., Голубина О.А., Ларина Г.В., Порохина Е.В., Шинкеева Н.А., Шурова М.В. Болотные стационары Томского государственного педагогического университета. – Томск. Изд-во ТПУ, 2010. – 118 с.
- Инишева Л.И., Голубина О.А. Болотообразовательный процесс. Проведение полевых работ на болотных стационарах Томского государственного педагогического университета. – Томск. Изд-во ТПУ, 2010. – 65 с.
- Романов В.В. Гидрофизика болот. – Л.: Гидрометеиздат, 1961. – 151 с.

АРАЛЬСКАЯ ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКАЯ КАТАСТРОФА

А.Ю. Смирнова

Научный руководитель профессор В.К. Попов

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Аральское море – бессточное солёное озеро в Средней Азии, на границе Казахстана и Узбекистана. С 1960-х годов XX века уровень моря (и объём воды в нём) быстро снижается вследствие забора воды из основных питающих рек Амударья и Сырдарья. До начала обмеления Аральское море было четвёртым по величине озером в мире. Чрезмерный забор воды для полива сельскохозяйственных угодий превратил озеро, прежде богатое жизнью, в бесплодную пустыню. То, что происходит с Аральским морем – настоящая геоэкологическая катастрофа. В настоящий момент высыхающее Аральское море ушло на 100–150 км от своей прежней береговой линии возле города Муйнак в Узбекистане.

Почти весь приток воды в Аральском море обеспечивается рр. Амударья и Сырдарья. На протяжении тысячелетий случалось, что русло Амударьи уходило в сторону от Аральского моря (к Каспию), вызывая уменьшение размеров Арала. Однако с возвращением р. Арал неизменно восстанавливался в прежних границах. Сегодня на интенсивное орошение полей хлопчатника и риса уходит значительная часть стока этих двух рек, что резко сокращает поступление воды в их дельты и, соответственно, в само море. Осадки в виде дождя и снега, а также подземные источники дают Аральскому морю намного меньше воды, чем ее теряется при испарении, в результате чего водный объём озера-моря уменьшается, а уровень солености возрастает.

Систематические гидрологические исследования Аральского моря прекратились с начала 90-х годов XX в.; в то же время были закрыты последние гидрологические посты. В последние годы единственным способом систематического контроля за состоянием Арала является съёмка из космоса (не считая эпизодических и локальных наблюдений). В Московском государственном университете разработана специальная методика расчета характеристик Арала (уровня, объема вод и даже солености воды) по данным о площади водоема и его частей, полученных с помощью космических снимков. В основу методики положены: 1) выраженные аналитические связи между уровнем водоема и отдельных его частей с их площадью и между уровнем и соответствующими объемами (эти данные получены с помощью детальной карты рельефа дна Арала на 1961 г.); 2) эмпирическая зависимость между объемом водоема и соленостью воды по данным наблюдений до 1991 г. С

помощью указанной методики (она была проверена по данным за те годы, когда уровни и соленость воды еще измерялись) рассчитаны некоторые характеристики Арала за период, начиная с 1990 г. (табл.) [2].

Таблица

Некоторые характеристики Аральского моря и стока втекающих в него рек

Год	Уровень, м БС ²	Площадь Большого моря, км ²	Площадь Малого моря, км ²	Площадь всего Арала, км ²	Объем всего моря, км ³	Средняя глубина, м	Соленость воды в Большом море, ‰	Сток Амударьи, км ³ /год	Сток Сырдарьи, км ³ /год	Сток обеих рек, км ³ /год
1945	52,76	59840	6230	66070	1053	15,9	–	–	–	–
1950	52,83	59980	6250	66230	1057	16,0	–	–	–	–
1955	53,17	60660	6350	67010	1078	16,1	–	–	–	–
1960	53,41	61140	6420	67560	1093	16,2	9,9	37,9	12,0	49,9
1965	52,30	58920	6090	65010	1025	15,8	10,7	25,2	3,2	28,4
1970	51,42	57160	5830	62990	972	15,4	11,4	28,7	6,5	35,2
1975	49,01	52340	5103	57443	825	14,4	13,8	10,0	0,3	10,3
1980	45,76	47000	4294	51294	650	12,7	16,9	8,3	1,7	10,0
1985	41,95	41170	3400	44570	466	10,5	23,1	0,0	0,0	0,0
1989	39,10	36450	3000	39450	347	8,8	32	0,8	3,0	3,8
1990	38,5/40,0	35500	3000	38500	325	8,4	33	9,9	2,5	12,4
1995	36,1/39,5	29800	2800	32600	252	7,7	42	–	–	–
2000	34,0/39,5	23900	2800	26600	193	7,2	60	–	–	–
2002	31,0/39,5	16000	2800	18800	128	6,8	68	–	–	–

* 1. В 1989 г. Арал разделился на две части – Большое море и Малое море; 2. Начиная с 1990 г. В числителе уровень Большого моря, в знаменателе – Малого; 3. С 1990 г. Данные приближенные; Прочерк означает отсутствие данных.

Коллекторно-дренажные воды, поступающие с полей в русло Сырдарьи и Амударьи стали причиной отложений пестицидов и различных других сельскохозяйственных ядохимикатов, появляющихся местами на 54 тыс км² бывшего морского дна, покрытого солью. Во время ураганов соле-песчаная смесь поднимается в атмосферу и разносится в радиусе 500 км и больше, загрязняя воздух и засаливая плодородные земли. Эффект загрязнения усиливается тем, что Арал расположен на пути мощного струйного течения воздуха с запада на восток, способствующего выносу аэрозолей в высокие слои атмосферы. Ученые сообщают, что аральская пыль уже фиксируется и в Арктике [3, 4].

Высыхание Аральского моря имеет тяжелейшие последствия. Из-за резкого уменьшения стока рек прекратились весенние паводки, снабжавшие плавни низовий Амударьи и Сырдарьи пресной водой и плодородными отложениями. Число обитавших здесь видов рыб сократилось с 32 до 6 – результат повышения уровня солености воды, потерянные нерестилища и кормовые участки (которые сохранились в основном лишь в дельтах рек).

Судоходство на Арале прекратилось т.к. вода отступила на многие километры от главных местных портов: города Аральск на севере и города Муйнак на юге. А поддерживать в судоходном состоянии все более длинные каналы к портам оказалось чересчур затратным делом. С понижением уровня воды в обеих частях Арала упал и уровень грунтовых вод, что ускорило процесс опустынивания местности.

Несмотря на обширный водосборный бассейн, Аральское море почти не получает воды из-за оросительных каналов, которые, забирают воду из Амударьи и Сырдарьи на протяжении сотен километров их течения по территории нескольких государств. В числе прочих последствий – исчезновение многих видов животных и растений. Значительная часть стока задерживается в водохранилищах, расположенных в верховье рек. На существующих водохранилищах воду аккумулируют для обеспечения работы турбин гидроэлектростанций в межсезонный период, на нововыстроенных – для заполнения чаши водохранилища на протяжении нескольких лет. Такой режим существенным образом усложняет эксплуатацию оросительных систем, вызывает дефицит поливной и питьевой воды, образует искусственные разрушительные паводки, заостряет водно-экологическую ситуацию в регионе [3].

Исчезающее море вызывает аридизацию климата Приаралья, которое и так характеризуется чрезмерными тепловыми нагрузками. В регионе на 1–1,5°C повысилась максимальная температура воздуха, число дней с температурой 40°C увеличилось на 10–12 дней, местами фиксируется температура 49°C [3].

В историческую эпоху происходили существенные колебания уровня Аральского моря. Так, на отступившем дне были обнаружены остатки деревьев, росших на этом месте. В середине кайнозойской эры (21 млн лет назад) Арал был соединен с Каспием. До 1573 г. Амударья по рукаву Узбой впадала в Каспийское море, а река Тургай – в Арал.

В 1950-х г. Аральское море было четвертым по площади озером мира, занимая около 68 тыс. км²; его длина составляла 426 км, ширина – 284 км, наибольшая глубина – 68 м.

В 1930-е г. началось масштабное строительство оросительных каналов в Средней Азии, которое особенно интенсифицировалось в начале 1960-х. С 1960-х годов море стало мелеть из-за того, что вода рек, впадавших в него, во всё возрастающих объемах отводилась на орошение. С 1960 по 1990 гг. площадь орошаемых земель в Центральной Азии увеличилась с 4,5 млн. до 7 млн. га. Потребности народного хозяйства региона в воде возросли с 60 до 120 км³ в год, из которых 90 % приходится на орошение. Начиная с 1961 г., уровень моря понижался с возрастающей скоростью от 20 до 80–90 см/год.

В 1989 г. море распалось на два изолированных водоёма – Северное (Малое) и Южное (Большое) Аральские моря. На 2003 г. площадь поверхности Аральского моря составляет около четверти первоначальной, а объём воды – около 10 %. К началу 2000-х абсолютный уровень воды в море снизился до отметки 31 м, что на 22 м ниже исходного уровня, наблюдавшегося в конце 1950-х гг. Рыбный промысел сохранился только в Малом Арале, а в Большом Арале из-за его высокой засоленности вся рыба погибла. В 2001 году Южное Аральское море разделилось на западную и восточную части. В 2008 г. на узбекистанской части моря проведены геологоразведочные работы (поиск нефте-газовых месторождений). Летом 2009 г. восточная часть Южного (Большого) Аральского моря высохла.

Восстановление всего Аральского моря невозможно. Для этого потребовалось бы в четыре раза увеличить годовой приток вод Амударьи и Сырдарьи по сравнению с нынешним средним показателем 13 км³. Единственным возможным средством могло бы стать сокращение орошения полей, на что уходит 92% забора воды. Однако четыре из пяти прежних советских республик в бассейне Аральского моря (за исключением Казахстана) намерены увеличить объёмы полива сельхозугодий – в основном, чтобы прокормить растущее население. В данной ситуации помог бы переход на менее влаголюбивые культуры, например замена хлопчатника озимой пшеницей, однако две главные водопотребляющие страны региона – Узбекистан и Туркменистан – намерены продолжать выращивать именно хлопок для продажи за рубеж. Можно было бы также значительно усовершенствовать существующие оросительные каналы: многие из них представляют собой обыкновенные траншеи, через стенки которых просачивается и уходит в песок огромное количество воды. Модернизация всей системы орошения помогла бы ежегодно сберечь порядка 12 км³ воды, однако обошлась бы в \$16 млрд [1].

В рамках проекта «Регулирование русла реки Сырдарья и Северного Аральского моря» (PPCCAM) в 2003—2005 годах Казахстан построил от полуострова Кокарал до устья Сырдарьи Кокаральскую дамбу с гидротехническим затвором (который позволяет пропускать лишнюю воду для регулирования уровня водоема), отгородившую Малый Арал от остальной части (Большого Арала). Благодаря этому сток Сырдарьи скапливается в Малом Арале, уровень воды здесь вырос до 42 м абс., солёность уменьшилась, что позволяет разводить здесь некоторые промысловые сорта рыб [1].

Государствами Центральной Азии и международным сообществом принимаются меры по решению проблем Приаралья. Однако они, к сожалению, большей частью направлены не на борьбу с первопричиной экологической катастрофы, а продиктованы, в первую очередь, стремлением ликвидировать ее последствия. Основные силы и средства, выделяемые государствами и международными гуманитарными организациями, уходят на поддержание жизненного уровня населения и инфраструктуры региона. О восстановлении моря практически забыли [5].

Мировой опыт свидетельствует, что решение проблемы Арала, как и других подобных проблем, должно осуществляться комплексно, базируясь на коренных изменениях водно-экологической ситуации на территории всего бассейна, применении принципов интегрированного управления водными ресурсами, использовании современных достижений науки и техники, глубокого изучения проблемы, поиска новых решений. Необходимо внедрение единого, целостного и многофункционального комплекса экологически согласованных мер, который включает инженерно-технические (гидротехнические), водосохраняющие, агролесомелиоративные, организационные, эколого-воспитательные и другие меры. Решение проблемы Арала должно осуществляться взвешенно, согласованно, с учетом интересов и водной безопасности всех стран региона, исходя из принципов добрососедства и взаимовыгоды трансграничного сотрудничества. Лишь вместе народы, которые заселяют Аральский бассейн, смогут одолеть чрезвычайно сложную водно-экологическую проблему [3].

Аральская катастрофа – трагический и уникальный случай в человеческой истории, когда человек убил целое море. Если не принять радикальных мер, то восстановить Арал как единое целое уже не удастся.

Литература

1. <http://lifeglobe.net/blogs/details?id=484>
2. Михайлов В.Н., Добровольский А.Д., Добролюбов С.А. Гидрология. – М.: Высшая школа, 2005 г. – 447с.
3. http://eco.uz/index.php?option=com_content&view=article&id=584:2011-01-19-07-33-23&catid=5:pub&Itemid=12
4. <http://orexca.com/rus/aralsea.shtml>
5. Роман Стрешнев. Газета “Красная звезда”. 12.09.2001

ГЕОХИМИЧЕСКАЯ ПОДВИЖНОСТЬ ХИМИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ В ПРИРОДНЫХ ВОДАХ ТЕРРИТОРИИ ТОМЬ-ЯЙСКОГО МЕЖДУРЕЧЬЯ

Е.А. Солдатова

Научные руководители доцент Ю.Г. Копылова, доцент Н.В. Гусева

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Определение интенсивности миграции химических элементов в различных геохимических обстановках природных вод является актуальной проблемой современной геохимии. Наиболее полно этот вопрос был разработан А.И. Перельманом, который предложил в качестве метода определения подвижности химических элементов использовать коэффициент водной миграции. Однако он дает представление о подвижности химических элементов лишь относительно друг друга. В связи с этим С.Л. Шварцев для оценки интенсивности миграции химических элементов в природных водах предложил использовать коэффициент геохимической подвижности. Эта величина отражает способность химических элементов концентрироваться в растворе

относительно его солености и доли, связываемой вторичными продуктами [5] и, таким образом, дает представление не только относительно друг друга, но и для каждого этапа взаимодействия воды с горными породами:

где m_x – содержание элемента x в воде, г/л; a – сумма минеральных веществ, растворенных в воде, г/л; n_x – содержание элемента x в продуктах химического выветривания или их аналогах (почвах, торфах, карбонатах и т.д.).

Перераспределение химических элементов при взаимодействии вод с горными породами является важным процессом, который особенно необходимо учитывать при проведении гидрогеохимических поисков МПИ для оценки масштабов оруденения. В этой связи для определения способности химических элементов на разных стадиях развития системы вода-порода концентрироваться в водной и вторичной фазе использован коэффициент геохимической подвижности.

В основу работы положены результаты опробования в районе Томь-Яйского междуречья в период с 1992 по 2009 гг., которое проводилось сотрудниками Томского политехнического университета и НПО «Геосфера». Гидрогеохимическое опробование осуществлялось преимущественно по речной сети в меженный период, также опробовались озера, естественные и искусственные выходы подземных вод. На основе полученных результатов были созданы базы данных, включающие более 1000 точек опробования жидкой фазы и более 3000 точек опробования донных отложений [3, 4]. В основу же расчета коэффициентов геохимической подвижности была положена база данных, сгенерированная с помощью программного комплекса ArcGIS. Она включает в себя 615 проб воды и донных отложений, соответствующих друг другу по географическому расположению и геохимическому типу.

Геохимические типы природных вод определялись в соответствии с классификацией С.Л. Шварцева [2]. В результате аналитических расчетов было выделено четыре геохимических типа вод, парагенетически связанных с образующимися вторичными минералами:

- кислый железисто-алюминиевый, равновесный с гидроокислами;
- алюминиево-кремнистый, равновесный с каолинитом;
- кремнистый кальциево-магниевый, равновесный с кальциевым и магниевым монтмориллонитами;
- щелочной карбонатно-кальциевый, равновесный с карбонатами.

Расчет коэффициентов геохимической подвижности производился по формуле (1). Средние значения коэффициента для химических элементов были рассчитаны с учетом закона распределения, что позволило повысить достоверность получаемой гидрогеохимической информации. В основу отнесения выборки к нормальному или логнормальному законам распределения были положены значения коэффициентов эксцесса и асимметрии (2), (3) [1]:

$$\frac{A}{E} = \frac{N}{E}$$

где A – выборочный коэффициент асимметрии, E – выборочный коэффициент эксцесса, N – количество элементов выборки.

МП ОНЕ	Геохимический тип вод	МП ОНЕ	Геохимический тип вод
-----------	-----------------------	-----------	-----------------------

Результаты расчета коэффициентов геохимической подвижности приведены в табл.

Анализ полученных данных показала, что значения коэффициента геохимической подвижности для большинства рассмотренных химических элементов – Sc, Fe, Co, Rb, Cs, Ba, La, Ce, Tb, Yb, Hf, Ta, Th, Sm, Eu, Au – находятся на уровне сотых долей, что свидетельствует о тенденции их накопления в донных отложениях; подвижность Sb, Cr, As, Sr, U достигает десятичных долей, для Ca, Na, Bг коэффициент геохимической подвижности принимает целые значения, содержание на уровне целых и десятичных долей указывает на преимущественное накопление этих элементов в воде. Наименьшей миграционной способностью характеризуется Lu, коэффициент геохимической подвижности которого характеризуется тысячными значениями.

Подвижность большинства химических элементов уменьшается по мере увеличения времени взаимодействия в системе вода-порода от кислого железисто-алюминиевого типа к щелочному карбонатно-кальциевому, то есть от кислых условий к щелочным. Такое поведение характерно для Ca, Na, Bг, Sb, As, Sc, Fe, Co, Rb, Cs, La, Tb, Hf, Th. Ростом миграционной способности в том же направлении отличается только Ba.

Поведение Sr, U, Cr, Ta характеризуется некоторыми особенностями – их подвижность возрастает по мере эволюции природных вод и усложнения их химического состава от кислого железисто-алюминиевого типа вод до кремнистого кальциево-магниевый типа и снижается, когда воды достигают равновесия с карбонатами (щелочной карбонатно-кальциевый тип). Такое поведение также характерно для некоторых химических элементов семейства лантаноидов – Ce, Yb, Sm, Lu. При этом можно заметить, что при достижении равновесия вод с каолинитом (алюминиево-кремнистый тип вод), миграционная способность некоторых химических элементов уменьшается – Cr, Sr, U, Yb, Lu. Вероятно, такое понижение подвижности связано с сорбцией этих элементов каолинитом.

	Кислый железисто-алюминиевый	Алюминиево-кремнистый	Кремнистый кальциево-магний	Щелочной карбонатно-кальциевый		Кислый железисто-алюминиевый	Алюминиево-кремнистый	Кремнистый кальциево-магний	Щелочной карбонатно-кальциевый
Na	2,809	2,459	2,214	2,024	La	0,032	0,025	0,021	0,018
Ca	12,547	8,706	8,315	8,253	Ce	0,023	0,024	0,030	0,025
Sc	0,039	0,026	0,017	0,013	Sm	0,017	0,025	0,034	0,023
Cr	0,108	0,102	0,128	0,124	Eu	0,012	0,010	0,012	0,012
Fe	0,078	0,044	0,021	0,019	Tb	0,045	0,019	0,013	0,012
Co	0,084	0,064	0,042	0,039	Yb	0,014	0,013	0,018	0,014
As	–	0,167	0,128	0,133	Lu	0,006	0,005	0,011	0,0096
Br	8,777	5,492	2,118	2,34	Hf	0,072	0,028	0,020	0,015
Rb	0,058	0,021	0,013	0,014	Ta	0,013	0,0138	0,015	0,007
Sr	0,121	0,069	0,397	0,240	Au	–	–	0,09	0,099
Sb	0,607	0,227	0,119	0,064	Th	0,047	0,018	0,007	0,002
Cs	0,027	0,019	0,016	0,012	U	0,112	0,073	0,39	0,326
Va	0,069	0,072	0,130	0,139	Примечания: «←» – нет данных				

Таблица

Средние значения коэффициентов геохимической подвижности в различных геохимических типах природных вод Томь-Яйского междуречья

Подвижность Eu остается приблизительно постоянной во всех геохимических типах, но для него также характерно незначительное снижение миграционной способности при достижении природными водами равновесия с каолинитом. Подвижность Au удалось оценить лишь для кремнистого кальциево-магниевого и щелочного карбонатно-кальциевого типов вод, поэтому нельзя достоверно оценить закономерности изменения его миграционной способности в различных геохимических обстановках.

Литература

1. Беус А.А., Григорян С.В. Геохимические методы поисков и разведки месторождений твердых полезных ископаемых. – М: Недра, 1975. – 280 с.
2. Геологическая эволюция и самоорганизация системы вода-порода: в 5 томах: Т.2: Система вода-порода в условиях зоны гипергенеза / гл. ред. С.Л. Шварцев. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2004. – 2007. – 389 с.
3. Солдатова Е.А. Определение фоновых концентраций микрокомпонентов в водах Томь-Яйского междуречья // Современные проблемы геохимии: Материалы конференции молодых ученых. – Иркутск: Изд-во института географии им. В.Б. Сочавы СО РАН, 2011. – С. 126–130.
4. Солдатова Е.А. Распространенность химических элементов в донных отложениях Томь-Яйского междуречья // Экология Южной Сибири и сопредельных территорий: Материалы молодежной конференции. — Абакан: Изд-во ФГБОУ ВПО «ХГУ им. Н.Ф. Катанова», 2011. – Т.1. – Вып 15.– 166 с.
5. Шварцев С.Л. Гидрогеохимия зоны гипергенеза: 2-е изд., испр. и доп. – М.: Недра, 1998. – 366 с.

ЭКОЛОГО-ПРАВОВЫЕ АСПЕКТЫ НЕДРОПОЛЬЗОВАНИЯ НА УСЛОВИЯХ СОГЛАШЕНИЙ О РАЗДЕЛЕ ПРОДУКЦИИ

С.Ю. Сохарева

Научный руководитель доцент В.В. Янковский

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

В современной истории России недропользование является исторически сложившейся базой экономики. И рассматриваемая нами форма экономически – правового регулирования имеет неоднозначную оценку.

Минерально-сырьевой комплекс России вызывает устойчиво высокий интерес у потенциальных инвесторов. Однако процесс привлечения капитала (как отечественного, так и иностранного) в эти отрасли идет весьма медленно и никак не соответствует ни реальным финансовым возможностям крупнейших международных компаний, ни потребностям российской экономики. Все потенциальные инвесторы вынуждены принимать во внимание высокий уровень геологического, технологического, экологического и политического рисков в России [1].

В России до 90-х гг. государство могло только продавать свою собственность в рамках программы приватизации, но в стране не было законодательной основы для передачи государством частному инвестору прав на пользование своей собственностью хотя бы на какой-то срок. В то же время производственные контракты между государством и негосударственным инвестором широко практикуются самыми развитыми странами мира. И принятие ФЗ «О недрах» стало предусматривать лицензионную систему соглашений. Но экономические и политические условия (переход от плановой экономики к рыночной) не давали гарантий для привлечения иностранных инвесторов. Налоговая система снижала экономическую привлекательность проектов до минимума.

Указанную «дыру» в российском законодательстве и закрывает закон «О соглашениях о разделе продукции». Определенные трудности в восприятии самого названия этого акта вызваны включением в него дословного перевода с английского языка термина "production sharing agreement", принятого за рубежом для обозначения отношений,

складывающихся в процессе разведки и эксплуатации месторождений полезных ископаемых между государством, на чьей местности осуществляются разработки, и инвесторами, в первую очередь иностранными, финансирующими и производящими указанные работы [2, 3].

Данное законодательство было разработано американцами для стран «Третьего Мира» для, так называемых, «банановых республик». Дальнейшее развитие этого законодательства позволило применять его в недропользовании (Филиппины, Африка, Азия) и распространилось оно главным образом на нефтедобычу.

Закон о «О соглашениях о разделе продукции» прошел следующие этапы становления [4]:

4 июля 1991 г. Верховный Совет РСФСР принял закон "Об иностранных инвестициях в РСФСР". Глава 6 этого закона определяет вопросы "приобретения иностранными инвесторами и предприятиями с иностранными инвестициями прав пользования землей и других имущественных прав";

21 февраля 1992 г. Верховный Совет РФ принял закон "О недрах", ст.12 которого упоминала о применении в недропользовании как концессионных, так и иных видов соглашений (о разделе продукции, о предоставлении услуг), причем как в отношении иностранных, так и отечественных [5];

21 июля 1993 г. Верховный Совет РФ принял Закон "О концессионных и иных договорах, заключаемых с иностранными инвесторами";

7 сентября 1994 г. Правительство РФ поручило Минэкономики и др. ведомствам доработать проект закона «О концессионных договорах, соглашениях о предоставлении услуг и соглашениях о разделе продукции, заключаемых с иностранными инвесторами»;

24 февраля 1995 г. состоялось заседание Госдумы, на котором в первом чтении был принят законопроект "О соглашениях о разделе продукции" и отклонен – "О концессионных и иных договорах";

19 декабря закон был одобрен Советом Федерации, а 30 декабря - подписан Президентом. 11 января 1996 г. закон о СРП был опубликован и с этого числа вступил в силу;

17 мая 1996 г. Правительство РФ внесло в Государственную Думу законопроект "О внесении в законодательные акты Российской Федерации изменений и дополнений, вытекающих из Федерального закона "О соглашениях о разделе продукции", а спустя 10 дней – законопроект "О перечне участков недр и месторождений, право пользования которыми может быть предоставлено на условиях раздела продукции".

В соответствии с соглашением о разделе продукции РФ предоставляет зарубежному инвестору на возмездной основе и на определенный срок исключительные права на поиск, разведку, добычу минерального сырья на участке недр, указанном в соглашении, и на ведение связанных с этим работ. Инвестор со своей стороны обязуется провести указанные работы за свой счет и на свой риск. Соглашение определяет все условия, связанные с использованием недр. В том числе условия и порядок раздела произведенной продукции между участниками соглашения.

Соглашения о разделе продукции являются особой договорной формой недропользования в РФ. Суть их сводится к следующему: по условиям соглашений держава предоставляет инвестору исключительные права на пользование недрами на определенном участке, а инвестор осуществляет разработку предоставленных недр за свой счет и на свой риск. С начала промышленной добычи минерального сырья инвестор получает право на компенсацию своих затрат за разработку месторождения. Оставшаяся после возмещения этих затрат продукция является прибыльной и подлежит разделу между сторонами по условиям соглашения о разделе продукции. Инвестор обязан платить налог со своей доли прибыльной продукции.

В российском законодательстве используется индонезийская модель соглашения, которая реализуется в большинстве нефтедобывающих стран.

Раздел продукции происходит в два этапа: первый – вся произведенная продукция делится на две части: одна поступает государству в счет выплат за пользование недрами, а другая - инвестору, который делит свою часть на две: компенсационную и прибыльную; второй – "прибыльная" продукция делится на валовую долю инвестора в разделе прибыли и на долю государства в разделе прибыли в пропорции, определяемой в соглашении. Из своей доли инвестор выплачивает налоги государству, а оставшаяся часть составляет его чистую долю в разделе прибыли.

В соответствии со ст. 9 главы 2 Федерального закона № 225 от 30 декабря 1995 года часть произведенной продукции, являющаяся по условиям соглашения долей инвестора, принадлежит по праву собственности инвестору.

Минеральное сырье, поступающее в соответствии с условиями соглашения в собственность инвестора, может быть вывезено с таможенной местности РФ на условиях и в порядке, которые определены этим соглашением, без количественных ограничений экспорта, за исключением случаев, предусмотренных Федеральным законом "О государственном регулировании внешнеторговой деятельности".

К вывозу подлежит компенсационная, а также часть прибыльной продукции, приходящаяся на долю инвестора, причем та ее часть, которая остается после уплаты налога на прибыль.

К числу основных выгод инвестора, обеспечиваемых Законом «О соглашениях о разделе продукции», относится неограничиваемое право экспортировать из РФ ту продукцию, которая принадлежит ему на праве собственности.

В заключение можно сказать, что при соблюдении законодательства ФЗ «О соглашениях о разделе продукции» является эффективным инструментом в привлечении инвестиций для тех месторождений, которые не будут разрабатываться в России в ближайшие 10-15 лет из-за нехватки опыта, дорогостоящих технологий.

Литература

1. Бочаров В.В. Инвестиции. – СПб.: Питер, 2007.
2. Вознесенская Н.Н. Иностранные инвестиции: Россия и мировой опыт. – М.: КОНТРАКТ, ИНФРА-М, 2002. – 220 с.
3. Зубченко Л.А. Иностранные инвестиции: Учебное пособие. – М.: ООО "Книгодел", 2006. – 160 с.
4. ФЗ "О соглашениях о разделе продукции" от 30 декабря 1995 года N 225-ФЗ (в редакции от 19 июля 2011 г.)
5. ФЗ "О недрах" от 3 марта 1995 г. N 27-ФЗ (в редакции от 19 января 2012 г.)

СТОЧНЫЕ ВОДЫ И ИХ ИНВЕНТАРИЗАЦИЯ**С.С. Улаева**

Научный руководитель доцент А.А. Хващевская

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Сточные воды являются одним из основных загрязнителей окружающей среды. Их объемы и видовой состав имеют различное происхождения, состав и качество. В зависимости от данных характеристик сточные воды подразделяются на 3 основных категории: хозяйственно-бытовые, производственные (промышленные) и поверхностно-ливневые.

В настоящее время обозначилась серьезная проблема изменения видового состава сточных вод вследствие производства и потребления новых видов продукции. Не секрет, что в пищевой промышленности в огромных количествах используются различные пищевые и биологически активные добавки, заменители, загустители, консерванты и многое другое. Бытовая химия богата моющими и чистящими средствами, содержащими синтетические вещества, имеющие разнообразную химическую основу. Развитие рынка медицинских препаратов, косметических средств отечественного и зарубежного производства несомненно сказывается на составе и качестве сточных вод. В последние годы отмечается снижение эффективности использования очистных сооружений. Будучи построенными тридцать – сорок лет назад, большинство из них никогда не обновлялись. В связи с этим, до нормативного уровня очищается лишь 10% сточных вод, т.к. оборудование настроено на определенный состав загрязнений и не способно очистить воду от новых синтезированных веществ, неидентифицированных ранее.

Деятельность в области обращения с отходами (в том числе со сточными водами), их учет, контроль за составом, обеззараживание, передача и размещение контролируется на государственном уровне действиями специальных уполномоченных органов на основании ФЗ «Об отходах производства и потребления» [3].

Постоянный рост и развитие промышленности привели к возрастанию объемов производственных сточных вод и степени их загрязненности. Состав и степень загрязненности производственных сточных вод весьма разнообразны и зависят главным образом от характера производства и условий использования воды в технологических процессах. Ярким примером проблемы определения видового состава загрязняющих веществ в сточных водах могут служить меховые производства. Например, при сбросе в водоемы сточных вод, содержащих красители, качество природных вод ухудшается вследствие изменения их органолептических свойств. При этом образуются вещества вредные для человека, животных, птиц, кормовых и промысловых организмов, а также нарушаются процесс самоочищения и санитарный режим поверхностных источников. В настоящее время в меховом производстве все чаще используются красители, состав и свойства которых не раскрываются производителями. Поэтому поиск наиболее эффективных методов очистки сточных вод особенно важен. Недостаток информации о химической природе красителей, применяемых при крашении кожи и меха, обуславливает необходимость эмпирического подбора реагентов и методов очистки сточных вод в каждом конкретном случае [1]. Такая деятельность в итоге отнимает много времени, материалов и, соответственно, денежных средств. Поэтому учет, владение и сообщение информации о стоках и их загрязнителях значительно могут понизить затраты владельцев предприятий, на которых эти стоки образуются.

Одним из видов промышленности с очень высоким потреблением воды являются нефтяная и нефтеперерабатывающая отрасли. Производственные сточные воды нефтепромыслов разделяются на:

- пластовые, поступающие из недр земли вместе с нефтью при эксплуатации нефтяных скважин;
- промысловые – от эксплуатационных скважин, от обессоливающих и обезвоживающих установок, от нефтяных резервуаров, площадок нефтяных эстакад и их оборудования, а также от мытья полов нефтяных насосных станций и других объектов;
- от продувки системы оборотного водоснабжения компрессорных, силовых и насосных станций;
- от котельных, гаражей, механических мастерских и других производственных предприятий, расположенных на территории промыслов [2].

Нельзя забывать, что помимо сточных вод, образующихся при технологических процессах, немаловажную роль играют и хозяйственно-бытовые стоки рабочих поселков, которые содержат вещества не природного происхождения и так же разнообразны по своему составу.

По характеру основных загрязнений производственные сточные воды нефтеперерабатывающих заводов разделяются на следующие виды, содержащие:

содержащие нефть, нефтепродукты и механические примеси минерального характера (общие производственно-ливневые стоки завода);

- эмульгированную нефть, растворенные минеральные соли и твердые механические примеси;
- серную кислоту, ее соли и сернистый газ;
- сернистые щелочи (сульфиды и гидросульфиды натрия, меркаптаны и фенолы);
- этиловый, метиловый, бутиловый спирты, формальдегид и другие органические соединения от химических цехов по производству синтетического этилового спирта (СЭС);
- жирные кислоты и парафин;
- загрязнения особых видов (тетраэтилсвинец, радиоактивные вещества, фенол и др.);
- загрязняющие примеси от производства катализаторов [2].

Производственные сточные воды нефтяного комплекса представлены также водами стоков с нефтебаз и предприятий транспорта нефти и нефтепродуктов.

Благодаря вышеизложенному видно, что такие разнообразные стоки могут нанести непоправимый урон окружающей среде и биоте, ее населяющей. Таким образом, инвентаризация стоков – не только вспомогательная, но и в большинстве случаев необходимая мера предосторожности.

Литература

1. Батоева А.А., Сизых М.Р., Хандархаева М.С., Асеев Д.Г. Локальная очистка сточных вод меховых производств // Водоснабжение и санитарная техника. – Москва, 2008. – №6. – С. 54–57.
2. Карелин Я.А. Очистка сточных вод нефтяных промыслов и заводов. – М.: Гос. науч.-техн. изд-во нефтяной и горно-топливной лит-ры, 1959. – 338 с.
3. Федеральный закон от 24 июня 1998 г. № 89-ФЗ «Об отходах производства и потребления».

ВОДНО-ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ТЕРРИТОРИИ ГОРОДА АНЖЕРО-СУДЖЕНСКА (КЕМЕРОВСКАЯ ОБЛАСТЬ)

Е.А. Хахалина

Научный руководитель доцент Н.Г. Наливайко

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Водные объекты в пределах городской черты служат градообразующим фактором. Издавна городские поселения возникали по берегам рек и озёр, которые служили и служат источником водоснабжения, местом для удаления стоков различного происхождения, а так же имеют эстетическое значение и используются для рекреации.

Цель данной работы: изучить структуру водопользования и дать оценку качества используемых вод для целей хозяйственно-бытового водоснабжения, технических нужд и рекреации

Поставленная цель реализовывалась через решение следующих задач:

1. изучение литературного материала по данной теме;
2. оценка качества используемых вод в городе Анжеро-Судженске.

Город Анжеро-Судженск находится в северо-западной части Кемеровской области и расположен на водоразделе рек Яя и Мазаловский Китат в пределах Кузнецкого Алатау. Климат носит умеренно-континентальный характер. Почвы окрестности города представлены в основном типами серых лесных почв: тёмно-серых, серых тяжелосуглинистых. В комплексе с ними по понижениям рельефа развиты луговые и болотные, по днищам лугов – луговые и лугово-болотные суглинистые и глинистые почвы [2].

Гидрология исследуемого района представлена бассейнами рр. Мазаловского Китата и Яя. Формирование стока рек происходит за счет таяния снежного покрова, выходов грунтовых вод, выпусков шахтовых вод и промышленных предприятий, а также сточных вод города. К бассейну Мазаловского Китата относятся такие реки, как Большая Анжера, Малая Анжера, Большая Кошёлка, Малая Кошёлка, Мишиха, Алчедат, в который сбрасывается вода с городских очистных сооружений. К бассейну рр. Яя – Большие Челы, Малы Челы, Кошёлка, Левые Козлы, Яя [1].

Источником централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения является р. Яя. Условия забора воды из неё, согласно СНиП 2.04.02-84, более подходят к «средним».

Вода водоисточника характеризуется низкой мутностью на протяжении большей части года – 0–2 мг/л, с повышением в паводковый период до 20–50 мг/л; щелочностью, изменяющейся в пределах от 0,8 до 5,5 мг-экв/л; рН также имеет значительные колебания в пределах года от 6,5 до 9,0. Крайние и средние значения показателей качества воды приведены в табл. 1.

Анализируя приведённые данные можно сделать вывод, что вода в р. Яя отвечает требованиям ГОСТ 2761-84 «Источники централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения», то есть она пригодна для целей хозяйственно-питьевого водоснабжения после соответствующей очистки.

В разные годы на малых реках Анжеро-Судженска было создано шесть водохранилищ. Два из них – водохранилища каскадного исполнения Алчедат-1 и Алчедат-2 – предназначены для технических нужд химзавода. Остальные искусственные озёра (Мишиха-1, Мишиха-2, Анжера и Победа) – водоёмы водохозяйственного назначения для неорганизованного отдыха граждан и эту функцию выполняют по сей день. Вода из водохранилища Анжера используется заправки фонтанов, мытья и поливки улиц. Бьющие из-под земли ключи обеспечивают отличное качество этой воды: она всегда прозрачная, без примесей и посторонних запахов. В городе также находятся озёра искусственного происхождения, такие как Тёплое, Сахалинка, Кристалл. На территории города множество прудов, имеющих различное происхождение: некоторые выкопаны или запружены для накопления воды для полива, другие возникли в результате строительства дорог.

Подробно нами было изучено оз. Тёплое. Оно находится в центральном районе г. Анжеро-Судженска. Результаты исследований химического и микробиологического состава показали непростую экологическую ситуацию его акватории. Оценка экологического состояния по количеству психрофильных сапрофитов показала, что во все сезоны опробования вода озера по акватории характеризуется как умеренно-загрязнённая, загрязнённая и грязная. Также на протяжении всего опробования вода содержала энтеробактерии и мезофильные Сапрофиты по количеству многократно превышающие санитарные нормативы, что делает воду опасной для здоровья человека [3].

Химический состав озера (табл. 2) по основным макрокомпонентам, азотистым соединениям, тяжёлым металлами органическим веществом осенью, весной и летом различаются не существенно.

Таблица 1

Компоненты химического состава воды реки Яя

Наименование показателей	Единицы измерения	ПДК _{вдх} *	Значение показателей			
			минимальное	максимальное	среднее	
Цветность	град	20	10	50	21	
Мутность	ЕМ-дм ³	2,6	0,96	40,0	6,6	
pH	ед. pH	6-9	7,75	8,5	8,1	
Сухой остаток	мг/дм ³	1000	250	320	285	
Общая жёсткость	ммоль/дм ³		0,66	5,45	4,3	
Окисл. перманг.	мгО ₂ /дм ³	5,0	1,76	5,45	3,3	
ХПК			7,43	16,6	10,3	
Нефтепродукты	мг/дм ³	0,1	Н/о	0,11	0,01	
ПАВ		0,5			Н/о	
Fe _{общ}		0,3	0,15	0,43	0,22	
Mn ²⁺		0,1			Н/о	
Cu		1,0			Н/о	
NO ₃		45	0,61	10,14	2,5	
SO ₄ ²⁻		500	15,7	52,3	27,3	
F ⁻		1,5	0,16	0,28	0,22	
Cl ⁻		350	7,45	14,2	11,9	
NO ₂			0,001	0,18	0,04	
Фенол		0,25	0,0009	0,0013	0,0011	
NH ₄			0,08	1,38	0,29	
БПКполн		мгО ₂ /дм ³		2,97	4,64	3,9
Щёлочность		мг/дм ³		0,7	5,5	4,4
Mo					Н/о	
Zn	5,0				Н/о	
Pb	0,03				Н/о	
As					Н/о	

Примечание: в таблице приведены ПДК для вод питьевого назначения, так вода реки используется для водоснабжения

Таблица 2

Компоненты химического состава воды оз. Тёлое

Наименование показателей	Единицы измерения	ПДК _{вдх} *	Значение показателей		
			минимальное	максимальное	среднее
HCO ₃ ⁻	мг/л	–	146,4	325,7	206,73
Cl ⁻		300	18,46	74,55	44,14
SO ₄ ²⁻		100	222,81	2652,92	660,06
Ca ²⁺		180	81	142	106,58
Mg ²⁺		40	4,27	43,92	26,59
Na ⁺		120	30	41,5	34,73
K ⁺			1,4	6,2	3,73
Общ. жёсткость,	мг-экв/л		5,85	9,1	7,51
NO ₂ ⁻	мг/л	0,08	<0,01	<0,01	<0,01
П.ок.,	мгО ₂ /л		2,7	5,44	3,85
Нефтепродукты	мг/л	0,05	0,07	2,55	0,72
Fe _{общ}		0,1	0,1	0,5	0,24
Cu	мкг/л	1	1,6	18	6,22
Zn		10	12	63	20,98
Pb		100	0,4	2,6	15,48
Cd		5	<0,2	<0,2	<0,2
pH	ед. pH	6,5–8,5	8,2	8,4	8,3
CO ₂	мг/л		2,64	18,48	8,33
CO ₃ ²⁻			6	8,4	7,20
PO ₄ ³⁻		0,15	0,03	0,08	0,55
NO ₃		40	0,12	0,34	0,23
NH ₄		0,5	0,4	1,5	0,85
Si				0,25	0,99

Следовательно, экологическую оценку озера за всё время наблюдения можно обобщить. По лимитирующему признаку вредности качество вод для хозяйственно питьевых целей имеет потенциально опасное загрязнение, а

для целей рыбохозяйственного назначения имеет опасное загрязнение. Также озеро не пригодно для рекреационных целей по СанПиН.2.1.5.980-00, так как содержит возбудителей кишечных инфекций. Концентрация химических веществ превышает ПДК_{х-п}.

Исследования показали, что основные экологические проблемы города связаны с городскими водоёмами, которые используются местным населением в качестве объектов рекреации, но не соответствуют нормативам по микробиологическим и химическим показателям. Для улучшения ситуации необходимы меры по их рекультивации, которые связаны с очисткой берегов, организацией санитарной зоны, удалением несанкционированных бытовых и промышленных сточных вод, облагораживанием прилегающих территорий за счёт зелёного строительства и возведением малых архитектурных форм. Но прежде всего необходима организация комплексного мониторинга химического и микробиологического состава этих водоёмов.

Литература

1. Голдаева Н.П., Уколова Т.Ф. и др. Атлас города Анжеро-Судженска. – А-С, 2001. – 15 с.
2. Зарубина Р.Ф., Копылова Ю.Г. Анализ и улучшения качества природных вод. Методические указания к выполнению курсовой работы. – Томск: Изд-во ТПУ, 2010. – 74 с.
3. Наливайко Н.Г. Микробиология воды: учебное пособие. – Томск: Изд-во ТПУ, 2006. – 139 с.

ФОРМИРОВАНИЕ СОСТАВА СОЛЕННЫХ ОЗЕР АЛТАЙСКОГО КРАЯ

Ю.А. Чагина

Научный руководитель профессор С.Л. Шварцев

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

В Западной Сибири очень много соленых озер. В основном они сосредоточены в Новосибирской, Омской областях и Алтайском крае. В данной статье рассматриваются 8 соленых озер Алтайского края. Эти озера служат местом добычи поваренной соли (в хлоридных озерах), соды (в карбонатных озерах) и мирабилита (в сульфатных озерах).

С давних пор соляные озера Алтайского края представляют интерес как сырьевые источники нерудных минералов (мирабилит, гипс, сода, галит). Комплексные исследования, проводившиеся в первой четверти XX века, показали, что многие из этих озер представляют интерес для промышленного освоения. В начале 50 гг. стали осваиваться содовые и соляные озера Кулундинской степи. Так, вблизи оз. Кучукское действует Кучукский сульфатный завод – монополист в России по производству сульфата натрия из природного мирабилита. Предприятие – Бурлинский соляной промысел – специализируется на добыче в оз. Бурлинском поваренной соли. На базе содовых ресурсов системы Танатарских озер функционирует Михайловский содовый комбинат [2].

Исследуемые соленые озера имеют специфичный химический состав. Минерализация изменяется в широких пределах от 5 до 485 г/л. По минерализации можно выделить следующие типы: слабосоленые (от 1 до 3 г/л) – Мостовое, умеренно-соленые (от 3 до 10 г/л) – Бычье и Танатар №4, слабосоленые (от 10 до 30 г/л) – Горькое, крепкие рассолы (от 100 до 320 г/л) – Кулундинское, Большое Яровое, сверхкрепкие рассолы (от 320 до 500 г/л) – Кучукское, Малиновое. Сульфаты, хлориды и натрий в озерах с минерализацией больше 100 г/л превышают значения в 30 г/л. Общая жесткость изменяется в пределах от 8,5 до 5600 мг-экв/л, также в озерах с высокой минерализацией она больше 200 мг-экв/л.

По pH можно выделить слабощелочные и щелочные озера. К слабощелочным (pH от 7,5 до 8,5) относятся: Кулундинское, Кучукское, Малиновое и Большое Яровое, а к щелочным (pH от 7,5 до 8,5): Горькое, Бычье, Танатар №4 и Мостовое. Также стоит отметить зависимость pH от минерализации. На рис. 3 видно, что с возрастанием минерализации pH убывает. Это может быть связано с уменьшением содержания гидрокарбоната (рис. 1).

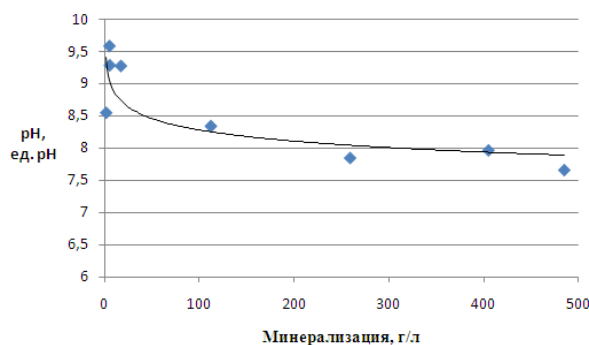


Рис.1 Зависимость pH минерализации

При помощи программного комплекса Hydro-Geo были рассчитаны активности компонентов, взятых из табл. В программе Microsoft Excel были выявлены логарифмы для дальнейшего построения диаграмм и выяснения равновесия данных озерных вод относительно различных минералов.

Таблица

Химический состав соленых озер Алтайского края, мг/л

Озера	pH	Мин-ция, г/л	HCO ₃ ⁻	SO ₄ ⁻	Cl ⁻	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺	CO ₃ ²⁻
Кулундинское	8,34	112	683	38906	33512	200	2318	36230	220	456
Кучукское	7,65	485	415	77763	260600	1600	67344	77360	360	168
Горькое	9,27	17	1196	6474	4260	6	200	5060	83	792
Бычье	9,28	5,4	1147	1813	533	6,7	160	1638	58	492
Танатар №4	9,58	5	1562	534	795	2	120	2050	42	1272
Малиновое	7,96	405	976	74235	187000	1600	16592	123725	420	0
Б. Яровое	7,84	259	305	18571	163300	800	42700	33292	170	120
Мостовое	8,55	1,5	363	298	355	53	71	370	17	84

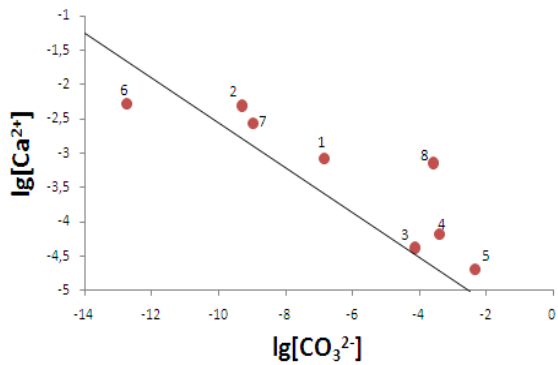


Рис.2 Равновесие вод с кальцитом (CaCO₃)

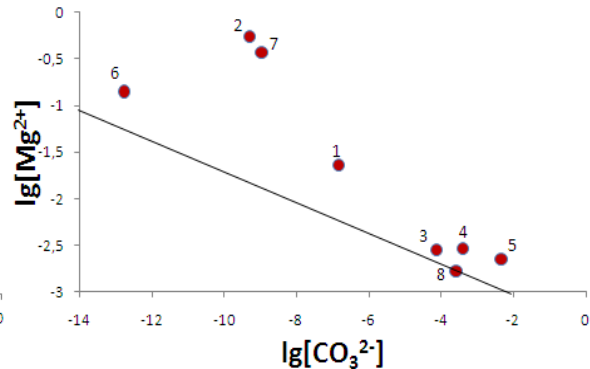


Рис.3 Равновесие вод с магнезитом

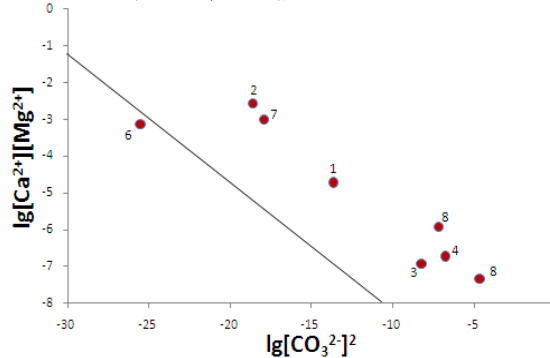


Рис.4 Равновесие вод с доломитом

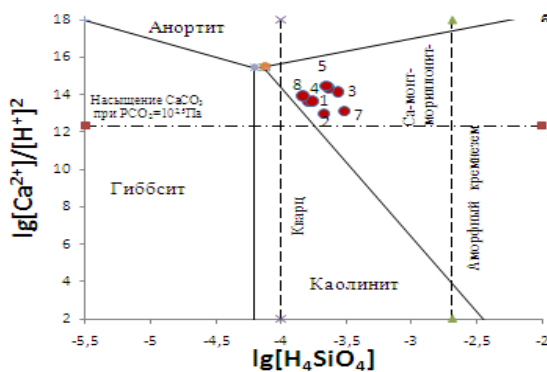


Рис.5 Система HCl – H₂O – Al₂O₃ – CaO – CO₂ – SiO₂ при t = 25 C⁰

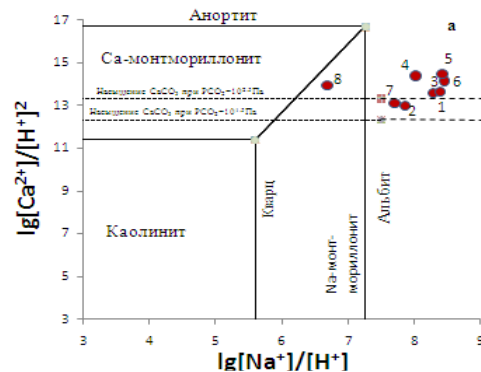


Рис.6 Система HCl – H₂O – Al₂O₃ – Ca – SiO₂ при t = 25 C⁰

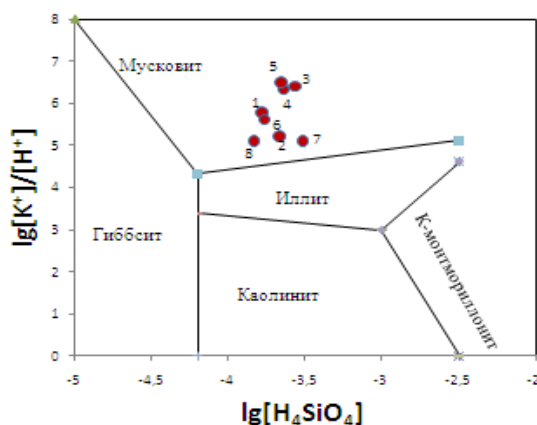


Рис.7 Система $HCl - H_2O - Al_2O_3 - K_2O - SiO_2$ при $t = 25\text{ }^{\circ}C$

Изучение равновесия природных вод соленых озер с карбонатами, показало, что в большинстве случаев наблюдается равновесность системы вода – кальцит, вода – доломит, вода – магнезит. Детальный анализ показал, что воды всех озер являются насыщенными по отношению к магнезиту.

Ненасыщенными по отношению к кальциту и доломиту являются воды озера Малинового с минерализацией 405 г/л и слабощелочной реакцией среды ($pH=7,96$). Это может быть связано с меньшим значением pH данного озера.

Представленные диаграммы равновесия некоторых глинистых минералов в водных растворах (рис. 5, 6, 7) показывают, что точки располагаются в пределах устойчивости Са-монтмориллонита, Mg-хлорита, мусковита и КПШ. На диаграммах равновесия с минералами Na точки располагаются в пределах устойчивости альбита и Na-монтмориллонита [3]. Следовательно, в исследуемом районе, где развиты наиболее щелочные с высоким содержанием соды воды, может устанавливаться их равновесие даже с альбитом.

Литература

1. Дзенс-Литовский А.И. Соляные озера СССР и их минеральные богатства. – Л.: Недра, 1968. – 119 с.
2. Никольская Ю.П. Процессы солеобразования в озерах и водах Кулундинской степи. – Новосибирск: Изд-во Академии наук СССР, 1961. – 180 с.
3. Чарыкова М.В., Чарыков Н.А. Термодинамическое моделирование процессов эвапоритовой седиментации. – СПб.: Наука, 2003. – 262 с.

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ РЕАБИЛИТАЦИЯ ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА ТЕРРИТОРИИ НЕФТЕПЕРЕРАБАТЫВАЮЩЕГО ПРЕДПРИЯТИЯ ГОРОДА ТУАПСЕ

А.С. Чепрасова

Научный руководитель доцент К.И. Кузеванов

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

На территории России функционирует большое количество предприятий, связанных с транспортировкой, переработкой, хранением и распределением нефти и нефтепродуктов. Эксплуатация технологического оборудования иногда приводит к развитию загрязнения геологической среды. Крупномасштабные очаги загрязнения ликвидируют техническими средствами, например откачкой нефтепродуктов с поверхности грунтовых вод. От остаточного загрязнения необходимо избавляться иными методами. Одним из таких прогрессивных приёмов является обработка загрязнённых грунтов биопрепаратами. Биологическая очистка представляет собой внесение в почвогрунты бактерий, способных разлагать нефтепродукт и способствующих его быстрому смыванию за счет выработки биогенных поверхностно активных веществ. В результате биохимических процессов природные и синтетические загрязнители могут превращаться в диоксид углерода, воду и другие экологически нейтральные соединения.

В природе широко распространены микроорганизмы, способные разлагать углеводородные соединения и очищать природные объекты (почвы, воды) от нефтепродуктов. Нами выполнены микробиологические исследования на одном из участков нефтяного загрязнения, расположенного на юге России. Работы были направлены на выявление наличия аборигенной нефтеокисляющей микрофлоры в загрязнённых грунтах с целью создания биопрепарата для экологической реабилитации геологической среды.

Отбор проб грунтов для микробиологических исследований производился из нефтезагрязнённых грунтов на территории крупного нефтеперерабатывающего комбината. Посевы штаммов микроорганизмов, их рост и создание биопрепарата осуществлялись на базе микробиологической лаборатории Национального исследовательского Томского политехнического университета. Перед посевом штаммов микроорганизмов из проб нефтепродуктов и грунта производилась подготовка лабораторной посуды путём стерилизации в автоклаве под давлением 1 атм. На заключительной стадии эксперимента проводились микробиологические анализы по общепринятым методикам, которые основаны на выявлении бактерий в питательных растворах с отвердителями.

Аборигенные бактерии, экстрагированные из грунта одинаково хорошо растут как на рыбо-пептоном, так и на нефтяном агаре. Плотность клеток колоний, заселивших все чашки Петри в пробах грунта спустя несколько часов после посева, составляла 10^{11} – 10^{12} колоний.

Данный случай уникален, так как обычно нефтеокисляющие бактерии более прогрессивны на рыбо-пептоном агаре. В нашем случае бактерии одинаково прогрессивны и на нефтяном агаре. Следовательно, данная микрофлора в сравнении с другими видами микроорганизмов имеет высокую конкурентоспособность и проявляет активность.

Значение нефтеокисляющих бактерий в разрушении нефтяного загрязнения велико и переоценить его невозможно. Нефтеокисляющие бактерии используют в качестве единственного источника углерода, необходимого для их существования, нефть и ее дериваты. Это обеспечивает исключительно высокую эффективность использования нефтеокисляющих микроорганизмов для экологической реабилитации загрязнённых грунтов.

Практическим приложением исследовательской работы стало создание вариаций биопрепарата на двух различных средах: нефтяном агаре (НА) и рыбо-пептонном агаре (РПА). В основе двух разновидностей биопрепарата лежит одна исходная культура. Полученная в лабораторных условиях биомасса показала оптимальную активность при высокой конкурентоспособности. Редкое сочетание этих свойств позволяет отказаться от использования стерильной посуды, при выполнении работ по ликвидации последствий нефтяного загрязнения. Это резко упрощает технологические процессы очистки грунтов.

Работа с полученными биопрепаратами (наращенной биомассой) в полевых условиях предельно проста. Исключая соблюдение условия стерильности, биопрепарат в жидком виде заливается, к примеру, в трёхлитровую ёмкость, разбавляется водопроводной водой комнатной температуры и выдерживается в течение 1–3 суток до наращивания биомассы в количестве не менее 10^4 – 10^6 клеток бактерий. Затем этой культурой можно обрабатывать загрязненные участки почвогрунтов и вносить на поверхность грунтовых вод.

На заключительном этапе исследования нами выполнены работы по экспериментальному моделированию процессов очищения почвогрунтов от загрязнения. Каждой из разработанных вариаций биопрепарата РПА и НА в жидком виде были обработаны образцы загрязненных грунтов и помещены в чашки Петри. Каждый образец сопровождался контрольной пробой. В ходе эксперимента осуществлялось рыхление образцов для обеспечения доступа кислорода воздуха и достижения максимальной эффективности применения биопрепарата.

На восьмые сутки эксперимента аборигенная микрофлора показала высокую эффективность процесса биоремедиации. Визуально отмечена очистка грунта, следы загрязнений нефтепродуктами исчезли. На рисунке положительный эффект реабилитации антропогенно загрязнённых грунтов представлен наглядно.

Эксперимент показал, что при создании соответствующих условий (обеспечение биогенными элементами и аэрацией) микрофлора интенсивно развивается и может способствовать усилению самоочистительной способности природной среды. Кроме того, развитие нефтеокисляющих микроорганизмов может служить фактором защиты от проникновения нефти и ее продуктов в водоносный горизонт. Известно, что препараты, хорошо зарекомендовавшие себя в определенной обстановке, могут быть использованы в других регионах. Поэтому, при получении положительных результатов на этапе масштабных полевых испытаний, полученные препараты могут быть рекомендованы для использования на иных участках локального загрязнения в сходных климатических условиях.

Лабораторный этап моделирования очистки можно назвать заключительным и успешным. Но, не смотря на положительные результаты эксперимента, следует иметь ввиду, что микроорганизмы способны выполнять свои функции по очистке данного загрязненного грунта не полностью, а до остаточного уровня содержания нефтепродуктов, т.е. до тех пор, пока в среде их обитания будут присутствовать углеводороды необходимые для питания микробов.

Для реабилитации антропогенно загрязненных грунтов на территории предприятия нефтекомплекса предлагается несколько альтернативных схем, учитывающих имеющееся технологическое оборудование на промплощадке:

Схема с использованием эксплуатационных, нагнетательных и наблюдательных скважин. Основным объектом реабилитации выступает зона аэрации над поверхностью плавающей линзы нефтепродуктов. По данной схеме биомасса разбавляется водой из этой эксплуатационной скважины и по имеющейся системе трубопроводов попадает в нагнетательные скважины, расположенные выше по потоку подземных вод в краевых участках загрязнения. Далее происходит фильтрация биопрепарата вниз по фильтрационному потоку к очагам загрязнения и выполняется очистка грунтов. Наблюдательные скважины используются для производственного мониторинга процесса биологической очистки.

Схема с использованием только режимных скважин. Содержание работ по этой схеме предполагает очаговую ликвидацию загрязнения. Биопрепарат рекомендуется вносить в отдельные режимные скважины, расположенные выше по потоку подземных вод, а оценивать эффективность ликвидации нефтяного загрязнения в контрольных точках, размещенных вниз по фильтрационному потоку. Достоинством этой схемы является большая избирательность и гибкость технологического процесса.

Схема для ликвидации локальных участков поверхностного загрязнения предполагает обработку биопрепаратами дневной поверхности путем распыления или полива.



Грунт, очищенный в
процессе биоремедиации

Контрольный образец
загрязненного грунта

Рис. Результат разрушения нефтяного загрязнения биопрепаратом в ходе лабораторного эксперимента

Результаты выполненных опытно-экспериментальной работ свидетельствуют о высокой активности и способности микрофлоры почв к очистке природных сред от загрязнения нефтепродуктами при условии доступа кислорода. При визуальном обследовании грунтов, обработанных разными вариациями биопрепарата «РПА» и «НА», отмечена одинаковая эффективность работы нефтеструктуров. Микроорганизмы обладают высокой потенциальной способностью к окислению широкого спектра углеводов: от короткоцепочечных метанового ряда, до ароматических. Значительная эффективность окисления нефти и высокая интенсивность развития бактерий при окислении испытуемых углеводов объясняется адаптацией микрофлоры к постоянным, в прошлом, многолетним утечкам углеводов. Кроме того, развиваясь в подпочвенных горизонтах в местах углеводородных эманаций, микроорганизмы создают «бактериальный фильтр», меняя конфигурацию площадного распространения углеводов.

Согласно выполненным расчетам при очистке 1 Га почвогрунтов экономический эффект от применения разработанного биопрепарата, взамен биопрепаратов иностранного производства, может достигать 31 387 500 рублей.

Литература

1. Зубарева В.Д. Финансово-экономический анализ проектных решений в нефтегазовой промышленности. – М.: Нефть и газ, 2003.
2. Казеннов С.М. Воздействие объектов нефтепродуктообеспечения на геологическую среду / С.М. Казеннов, А. И. Арбузов, Ю.В. Ковалевский // Геоэкология. – М., 1998. – № 1. – С. 54–74.
3. Ротарь О.В. Основы микробиологии и биотехнологии: учеб. пособие / О.В. Ротарь, Г.В. Максименко. – Томск: ТПУ, 2002. – 96 с.

ХАРАКТЕРИСТИКА ВОДОЕМОВ ОКРЕСТНОСТЕЙ ГОРОДА ТОМСКА КАК ОБЪЕКТОВ РЕКРЕАЦИИ

Ю.А. Шабалина

Научный руководитель доцент Н.Г. Наливайко

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Водоёмы играют важную роль для городов: формируют микроклимат территории, поддерживают уровень грунтовых вод, сохраняют флору и фауну. Они имеют комплексное значение и помимо разнообразных хозяйственных функций важны их природоохранные, эстетические и рекреационные роли. Учитывая опасность загрязнения, особую актуальность приобретает контроль их качества. Необходим постоянный экологический контроль, по результатам которого вводятся ограничения использования акваторий и водосборов. В настоящее время мониторинг ведется эпизодически на основе химических анализов воды. Эти данные не позволяют дать интегральную характеристику качества среды.

Цель работы состояла в изучении экологического состояния озёр окрестностей г. Томска по имеющимся на данный момент литературным сведениям по химическому и микробиологическому составу.

В окрестности города Томска находится большое количество озер как естественного, так и антропогенного происхождения, которые используются в целях рекреации [3]. Объектом рассмотрения стали озера в окрестностях города на левобережье р. Томи как наиболее востребованные: Сенная Курья, Боярское, Песчаное, Тояново, Беленькое.

Река Сенная курья – бывший залив в р. Томи на левом берегу – южная окраина г. Томска. Длина 4,5 км, ширина около 200 м, глубина 6–6,25 м, иногда до 10 м. Дно преимущественно глинисто-илистое с песчаными отмелями. Курья представляет собой старицу реки, вершина которой находится напротив устья р. Басандайка. Вода холодная, ключевая. Температура воды на поверхности в июле достигает +22°C. Озеро используется в рекреационных целях. Летом 1999 года здесь был организован песчаный пляж, оборудованный навесами и столиками. Местами вода Сенной Курьи сильно загрязнена. Она часто не соответствует нормативам по органолептическим показателям и химическому составу. В 2011 г. весной в воде озера была обнаружена кишечная палочка в количествах, превышающих санитарно-гигиенический норматив [1, 2, 5].

Озеро Боярское расположено на левом берегу Томи в 1 км к западу от коммунального моста. Озеро небольшое: с севера на юг – около 630 м, в своей самой широкой части – около 70 м. Глубина – до 2 м. Озеро имеет форму бумеранга. Вода малопрозрачная. Данное озеро, как и юго-восточнее расположенная Сенная Курья, является следом бывшего русла р. Томи. Озеро являлось местом летнего отдыха томичей.

Озеро Песчаное расположено рядом с Тимирязевским микрорайоном в сосновом бору, недалеко от туберкулёзного санатория. Озеро небольшое, диаметром около 300 метров, глубиной до 3,5 метров, имеет почти идеально круглую форму, берега песчаные. Вода малопрозрачная, желтого цвета. В последние годы озеро подвержено значительному высыханию и зарастанию ряской. Северо-восточный берег озера застроен домами, южный и юго-западный – заболочен. Является памятником природы, популярное место купания местных жителей и томичей.

Тояново озеро расположено в черте города Томска на речке Кисловка на высоте около 75 м над уровнем моря. Длина озера 5,4 км, ширина – 100 м. Тояново озеро является старицей реки Томи, продолжением русла, шедшего когда-то через озёра Калмацкое, Сенную Курью и Боярское. Озеро проточное, в него впадает река Кисловка.

Озеро Беленькое расположено рядом с Тимирязевским микрорайоном. В июле 1996 года в озере был обнаружен холерный вибрион, в нём запретили купаться. Анализы в последующие годы холеры не обнаруживали.

В настоящее время имеются лишь обобщенные данные по двум озерам: Боярское и Песчаное. В ходе химического анализа установлено (табл. 1), что вода озера является пресной. Общая минерализация воды колеблется от 98,5 мг/л у оз. Боярского до 250,3 мг/л – оз. Песчаное. Показатель рН находится в пределах нормы и составил 6,67. Химический анализ воды озера Песчаного выявил повышенное содержание ионов аммония и железа.

Таблица 1

Результаты химического анализа воды озера Боярское и Песчаное, мг/л

Химические элементы и соединения	ПДК по ГН 2.1.5.1315-03 ГН 2.1.5.2280-07	Названия озера	
		Боярское	Песчаное
рН, ед. рН	Не уст.	6,67	6,69
Минерализация		98,5	250,3
Аммоний	1,5	<0,05	7,0
Калий	Не уст.	16,1	32,2
Натрий			
Магний	50	<2,0	6,0
Кальций		10,0	24,0
Железо	0,3	<0,04	0,54
Хлорид	350	14,2	35,0
Сульфат	500	<0,5	<0,5
Гидрокарбонат	Не уст.	48,8	128,1
Карбонат		<8,0	<8,0
Нитрит	3,3	0,13	<0,005
Нитрат	45,0	0,52	1,9
Гидрофосфат	Не уст.	<0,02	<0,02

Микробиологический анализ (табл. 2) показывает присутствие в воде озера Боярское большого количества фекальных колиформ [4]. В воде озера Песчаное количество микроорганизмов не превышает нормы.

Имеющиеся данные позволяют сделать вывод, что качество воды в водоемах не стабильно и может изменяться от погодных условий. Основным источником загрязнения является окружающая водоемы территория.

Таблица 2

Микробиологическая характеристика воды озер Боярское и Песчаное

Микроорганизмы (КОЕ в 100 м ³)	Норматив по СанПиН 2.1.5.980-00	Названия озер	
		Боярское	Песчаное
Общие колиформные бактерии	Не более 500	170	80
Термотолерантные (фекальные) колиформы	Не более 100	170	80
Колифаги	Не более 10	0	3
Синегнойная палочка	Отсутствует	Отсутствует	Отсутствует

Таким образом, несмотря на большую популярность рассмотренных водоемов, они мало изучены, что не позволяет сделать полноценных выводов об их экологическом состоянии и оценить степень безопасности или опасности как объектах рекреации. С этой точки зрения необходима организация экологического мониторинга, включающего расширенный комплекс микробиологических и химических показателей.

Литература

1. Гигиенические нормативы ГН 2.1.5.1315-03 Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования. – М., 2003. – 93 с.
2. Государственный стандарт ГОСТ 17.1.5.02-80. Гигиенические требования к зонам рекреации водных объектов. – М., 2004. – 6 с.
3. Каширо М.А. Влияние экологического состояния водных объектов на рекреационный потенциал городской территории (на примере г. Томска) // Вестник Томского государственного университета. – Томск, 2010. – № 333. – С. 177–180.
4. Наливайко Н.Г. Микробиология воды. Учебное пособие. – Томск: Изд-во ТПУ, 2009. – 139с.
5. Санитарные правила и нормы СанПиН 2.1.5.980-00 Гигиенические требования к охране поверхностных вод. – М., 2000. – 11 с.

ГИДРОЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ РЕЧНЫХ ВОД УЗБЕКИСТАНА И ПУТИ ИХ РЕШЕНИЯ**С.Р. Шодиев, Т.Э. Чембарисов, А.П. Лесник**

Научный руководитель профессор Э.И. Чембарисов

Институт Водных проблем Академии наук Республики Узбекистан, г. Ташкент, Узбекистан

Исследования последних лет показали, что гидрохимический режим поверхностных вод изменяется как под влиянием физико-географических факторов (в первую очередь климатических) так и антропогенных факторов (сельское хозяйство, эксплуатация ирригационных сооружений и промышленности). Это позволяет сделать вывод о необходимости фундаментальных исследований по выявлению закономерностей по гидрохимическому режиму поверхностных вод Узбекистана, с учетом современных условий и накопленного в лаборатории гидрохимии банка данных [1, 2, 3].

В Институте Водных Проблем Республики Узбекистан в рамках фундаментальной темы: «Выявление закономерностей миграции легкорастворимых солей и загрязняющих веществ в поверхностных водах крупных речных бассейнов Узбекистана» проводятся научные исследования с использованием географических информационных систем.

Цель проекта: провести полный теоретический анализ динамики стока и качества поверхностных вод Узбекистана. Выявить закономерности миграции легкорастворимых солей и загрязняющих веществ в пределах речных бассейнов Аральского моря.

В ходе исследований по блокам были решены следующие задачи:

- выявлены основные закономерности гидрохимической ситуации;
- установлены источники ухудшения качества воды;
- выполнен сопряженный анализ современного гидроэкологического состояния республики;
- разработаны методы картографирования гидрохимической ситуации в условиях дестабилизации природной среды;
- разработана система рекомендаций и практических мероприятий, направленных на улучшение гидромелиоративной ситуации республики.

Для комплексного изучения мелиоративного и гидроэкологического состояния Узбекистана большую помощь может оказать методика гидроэкологического мониторинга с использованием ГИС-технологий разработанной в лаборатории гидрохимии ИВП РУз, где была предложена единая методика гидроэкологического мониторинга для бассейна Аральского моря, которая применена для оценки водных ресурсов Каракалпакии (проект ИНТАС 00–1039 «Методы восстановления и управления водных и тугайных экологических систем северной части дельты реки Амударья» (2001–2004 гг.) и Узбекский ГНТП–13 «Решение проблем охраны окружающей среды устойчивого природопользования и обеспечения экологической безопасности»). Полученные полевые материалы позволили составить современный банк гидрологических и гидрохимических данных, которые представлены в виде компьютерных карт с помощью географической информационной системы обработки.

Центральная Азия в физико-географическом отношении представляет собой единую территорию, и это единство обеспечивается в первую очередь двумя главными речными системами Амударья и Сырдарья. Водные ресурсы этих крупнейших рек, их распределение в пространстве и во времени является важнейшим определяющим фактором, накладывающим свое влияние на экосистему и экологию региона. С распадом СССР границы бывших союзных республик превратились в государственные границы. При этом зоны формирования и рассеивания стока главных водных артерий региона оказались по разные стороны границ. С экологической точки зрения это означает, что изменились источники и потоки загрязненных водных ресурсов, так и места их аккумуляции в зоне основного водопотребления, оказавшихся на территории различных государств.

С другой стороны в пределах Республики Узбекистан имеются также самостоятельные крупные речные бассейны, такие как бассейны Чирчика, Кашкадарья, Зарафшана и Сурхандарья, изучение закономерностей миграции легкорастворимых солей и загрязняющих веществ в поверхностных водах которых имеет большое как научное, так и практическое значение. Направления, ареалы и площади потоков легкорастворимых солей и загрязняющих веществ будут установлены с помощью карт «пластики рельефа».

С 1999 г. в лаборатории гидрохимии начались работы по созданию банков данных ГИС по гидрохимической и гидрологической ситуации Узбекистана: был проведен отбор главных компонентов качества водных ресурсов, были выбраны загрязняющие вещества, превышающие предельно допустимые концентрации (ПДК); использованы ПДК, применяемые в Гидрометслужбе Узбекистана, чтобы среди загрязняющих веществ выбрать отдельные элементы по приоритетности, по степени опасности для экосистемы и здоровья людей, количеству и масштабности. По физико-химическому составу ингредиенты разделены на четыре главные группы: 1) минерализация, главные ионы (SO_4^{2-} , Mg^{2+} , Cl^- , K^+ , Na^+ , HCO_3^- , Ca^{2+}); 2) загрязняющие вещества органического происхождения (синтетические поверхностно активные вещества (СПАВ), фенолы (H_3PO_5), нефтепродукты, α -GHCG, γ -GHCG); 3) загрязняющие вещества неорганического происхождения, тяжелые металлы (Cu, Cr, As, Zn, Hg, Mn, Ni, Pb, Cd); 4) биогенные компоненты (NH_4^+ , NO_3^- , NO_2^- , фосфаты).

Методика исследований основана на системе географического анализа: хорологическом (региональный подход), экологическом, пространственно-аналитическом и эклектическом (смешанный). В работе использовались традиционные и современные методы: статистический, картографический, количественных показателей, математического моделирования, аналитический, пространственный, сравнительного анализа, социально-экономической оценки, современные компьютерные технологии в первую очередь ГИС. Это позволяет перейти к более сложной стадии создания системы поддержки решений на основе собранного банка данных получать прогнозы и моделировать на компьютере будущую экологическую и социально-экономическую ситуацию региона.

При помощи программы ArcView GIS, была составлена цифровая гидроэкологическая карта бассейна Аральского моря, с использованием методики и технических возможностей ГИС-системы, где собраны данные по гидрохимическому составу воды с 1980 по 2008 гг. При создании системы гидроэкологического мониторинга, учитывались три главных фактора: коллекторно-дренажные стоки, сточные воды промышленности и коммунально-бытовые стоки.

В последние годы в Узбекистане наблюдается дефицит качественной воды. В то же время на фоне общего маловодья в отдельные пустынные понижения, реки, подземные емкости, каналы и т.д. продолжают стекать возвратные воды с орошаемых полей, промышленные, городские и коммунально-бытовые стоки, а также стоки животноводческих ферм. Они, как правило, бывают минерализованными, содержат токсичные ионы и различные ингредиенты антропогенного происхождения.

Поверхностные водные ресурсы бассейна Аральского моря сформированы в нескольких больших речных бассейнах, наиболее важными, являются бассейны Амударья и Сырдарья. Доля водных ресурсов, формирующихся непосредственно на территории Узбекистана, по бассейну Амударья составляет всего около 6%.

В бассейне Амударья в пределах республики находятся речные бассейны рек Сурхандарья, Кашкадарья частично р. Зеравшан, а также маловодные реки южного склона хребта Нуратау и северного склона западного отрога Зеравшанского хребта. В бассейне Сырдарья в северной части Ферганской долины Узбекистану принадлежат р. Алмассай, Чадаксай и нижние части рек Падшаата, Кассансай, Сумсар и Гавасай, сток которого практически полностью поступает в Узбекистан с территории Кыргызстана. В южной части долины в Узбекистан поступает большая часть стока рек Аравансай, Исфайрамсай, Шахимирдан и весь сток р. Сох, незначительная часть стока р. Исфары. К западу от Ферганской долины в Узбекистане находятся маловодные реки, стекающие с северных склонов хребта Нуратау. К Узбекистану также относится весь бассейн р. Ахангаран, западная и северо-восточная части бассейна р. Чирчик. Сток, сформированный в восточной части бассейна (бассейн р. Чаткал) на территории Кыргызстана, полностью поступает в Узбекистан. В северо-восточной части бассейна р. Майдантал формируется на территории Казахстана и впадает в р. Пскем в Узбекистане. Также начинается в Казахстане р. Угам, лишь нижняя часть ее бассейна принадлежит Узбекистану.

В приведенных исследованиях водные ресурсы разделены по изучаемым бассейнам: бассейн рек Сурхандарья, р. Кашкадарья, р. Зеравшан, рек Ферганской долины, р. Ахангаран, р. Чирчик, кроме того основываясь на материалах, собранных во время полевых экспедиций в дельте р. Амударья, проанализированы изменения минерализации химического состава и гидрохимических стадий бассейнов магистральных коллекторов КС-1, КС-3, ККС и др.

Сельскохозяйственная ирригация – главный потребитель речной воды в Центральной Азии. Приблизительно 110 из 125–128 км³ водных ресурсов, тратятся для ирригации сельскохозяйственных культур в год. Одна из главных причин для ухудшения гидроэкологического состояния региона – приток 35–38 км³ высоко

минерализованной загрязненной дренажной воды и других сточных вод в реки и различные бассейны естественных депрессий. Индустриальная сточная вода – один из главных факторов ухудшения поверхностного водного качества этого региона.

На территории Узбекистана, в зависимости от водности года, технического состояния гидромелиоративных систем и других факторов, формируется от 19,0 до 28,0 км³ возвратных вод, где 90–92 % составляют коллекторно-дренажные воды. В общем объеме возвратного стока доля от промышленно-коммунально-бытового хозяйства варьирует от 1,1 до 1,4 км³.

При исследовании уровня закономерностей миграции загрязнения основных рек республики – Сырдарьи, Амударьи, Заравшана, Чирчика, Сурхандарьи и Кашкадарьи, были выделены два главных элемента: фоновые природные миграции легкорастворимых солей, зависящие от физико-географических факторов, и антропогенное загрязнение, состоящее из трех факторов – производственные, коммунально-бытовые и сельскохозяйственные стоки.

При исследовании гидрохимического режима речных вод Узбекистана особый интерес представляет изменение минерализации по их длине. Этот процесс обуславливается различными природными и антропогенными факторами. К их числу можно отнести выщелачивание легкорастворимых солей из откосов и ложа, наличие в бассейнах засоленных почво-грунтов, участков с выклинивающими подземными водами и испарение.

В результате многолетних исследований формирования химического состава речных вод, интерпретации большого количества собственных и литературных данных о химическом составе почв и вод различных генетических категорий (ручейковых, аллювиальных, подрусловых и т.д.), сосредоточенных в пределах речных бассейнов, были установлены факторы, под влиянием которых происходит осолонение транспортируемой по реке воды.

В более ранних работах было выявлено, что в соответствии с генетическими особенностями состава поступающих в реку возвратных вод с орошаемой территории рост минерализации воды по длине реки происходит главным образом за счет увеличения хлоридов и сульфатов щелочных и щелочно-земельных металлов. Так, например, было выявлено, что в большинстве рек Узбекистана химический состав воды постепенно переходит от ясно выраженного гидрокарбонатного кальциевого состава к смешанному со значительной долей хлоридов, сульфатов и ионов щелочного металлов.

Результаты анализа показали, что гидрохимический режим поверхностных вод изменяется под влиянием физико-географических факторов (в первую очередь климатических) и антропогенных факторов (сельское хозяйство, эксплуатация ирригационных сооружений и промышленности).

Это позволяет сделать вывод об актуальности фундаментальных исследований по выявлению закономерностей гидрохимического режима поверхностных вод Узбекистана, с учетом современных условий и накопленного банка данных. Составленные гидроэкологические карты вместе с рекомендациями были переданы для использования в ряде организаций, таких как Узгидромет, Госкомприрода, Гидроингео и др.

Литература

1. Чембарисов Э.И. Изучение коллекторно-дренажных вод Узбекистана с целью их использования в сельском хозяйстве // Значение туркменского озера «Алтын Асыр» в улучшении экологического состояния региона: Материалы международной научной конференции. – Ашхабад, 2010. – С. 229–233.
2. Чембарисов Э.И., Насрулин А.Б., Лесник Т.Ю., Хожамуратова Р.Т. Опыт выявления закономерностей миграции легкорастворимых солей в поверхностных водах крупных речных бассейнов Узбекистана // Проблемы рационального использования и охрана биологических ресурсов Южного Приаралья: Материалы III международной научно-практической конференции. – Нукус. – С. 106–107.
3. Шодиев С.Р., Чембарисов Э.И. Гидрохимия речных и коллекторно-дренажных вод юго-запада Узбекистана // Вопросы географии и геоэкологии Алматы, Казахстан. – 2010. – № 1. – С. 40–48.

ВОДНЫЙ БАЛАНС УЧАСТКА БАКЧАРСКОГО БОЛОТНОГО МАССИВА (ТОМСКАЯ ОБЛАСТЬ)

Д.М. Шумакова¹

Научный руководитель доцент М.В. Решетько¹, ведущий научный сотрудник Е.А. Дюкарев²

¹Научный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

²Институт мониторинга климатических и экологических систем СО РАН, г. Томск, Россия

Болото – участок земной поверхности, постоянно или большую часть года насыщенный водой и покрытый специфической болотной растительностью. Оно выполняет большое количество функций, которые играют заметную роль в природе. Например, торфяные болота служат гигантскими естественными фильтрами, поглощающими токсичные элементы. Климатическая функция болот выражается в их мощном влиянии на формирование теплового и водного балансов территории [1]. Соотношение составляющих водного баланса болот не стабильны во времени. Изменение условий питания и расходования влаги в болоте приводит, согласно уравнению водного баланса, к колебаниям уровня грунтовых вод, который обычно находится близко от поверхности болота и быстро реагирует на изменения составляющих водного баланса. Положение уровня вод относительно поверхности болота является не только основным показателем степени обводненности болот, но и важной характеристикой водного режима болот (влагосодержания). Как известно, изменения уровня воды на

болота определяются целым рядом факторов: осадками, испарением, стоком и водно-физическими свойствами деятельного слоя болот. Поскольку структура и водно-физические свойства деятельного слоя различных болотных микроландшафтов отличаются друг от друга, то даже при одних и тех же погодных условиях колебания уровней воды будут различаться если не характером хода уровня, то его амплитудой [2].

Целью данной работы является оценка водного баланса участка Бакчарского болотного массива. В работе представлены результаты модельных расчетов положения уровня болотных вод относительно поверхности болота с использованием уравнения водного баланса и результатов натурных наблюдений в периоды с июня по сентябрь за 2009–2011 гг. Варианты математической модели уровня режима болотных вод основаны на данных об осадках в точке наблюдений и данных метеостанции Бакчар.

Исследования временных изменений уровней болотных вод на Бакчарском болотном массиве (площадью около 1400 км²), расположенном в зоне южной тайги Западной Сибири в междуречье рек Икса и Бакчар в Бакчарском районе Томской области, проводились на территории геофизического стационара «Васюганье» (56°58' с.ш. 82°36' в.д.) Института мониторинга климатических и экологических систем СО РАН. Пункт измерения расположен на низком рьяе олиготрофного болота в 200 м от окраины болотного массива. Мощность торфяной залежи в пункте наблюдений составляет 1,8 м при возрасте около 2600 лет [3]. Растительность представлена сосново-кустарничково-сфагновым фитоценозом. Подробное описание растительности в исследуемом фитоценозе представлено в [4]. Пункт наблюдений расположен на расстоянии 7 км от самого близкого населенного пункта (пос. Польшанка) и на расстоянии в 200 км от самого близкого города (Томск).

Ряды осадков получены с самопишущего прибора HOBO Rain Gauge RG3-M (США) в виде количества регистраций их изменения на 0,2 мм. Данные переведены в количество осадков, выпавших за текущие сутки на исследуемом участке, выраженное в миллиметрах слоя воды. Суммы осадков за сутки могут варьировать на разных участках болота за счёт отличий в интенсивности и неравномерного их перераспределения по территории.

Ряды данных об уровнях воды на болоте получены с автоматического измерителя HOBO Water Level Logger U20-001-01 (США), который регистрировал атмосферное давление и давление в воде на некоторой глубине. С помощью дифференциальной методики, которая запрограммирована в приборе, рассчитывался уровень воды на исследуемой точке. Регистрация данных измерений выполнялась с шагом 15 минут. Для исследования водного режима были рассчитаны среднесуточные значения уровней болотных вод. Общий период измерений данных об уровнях с 26 мая 2009г. по 9 сентября 2011 г. Данные для уровней болотных вод с 31 июля по 15 сентября 2009 года отсутствуют из-за ошибки оператора при программировании измерителя. На пункте наблюдения УБВ измерялся с периодичностью 3 раза в год и эти значения использовались для корректировки показаний автоматического регистратора.

Анализ рядов данных выполнен с помощью Microsoft Excel: программы, которая представляет возможности статистических расчётов, а также визуального анализа графиков зависимостей. Программой Statistica 8,0 были оценены коэффициенты модели с использованием множественной регрессии [5].

Совместный анализ временного хода сумм суточных осадков и изменений уровня воды показал, что, как правило, интенсивному выпадению дождей соответствует резкое повышение уровня воды. Последнее может происходить с запаздыванием, связанным со стеканием дождевой воды с вышерасположенных элементов болота. Сделано предположение, что запаздывание в большинстве случаев составляет 2 суток, что в последующем подтвердилось, так как изменения уровня воды совпали со значениями наиболее интенсивных осадков.

Анализ взаимосвязи между изменением уровня и суммой суточных осадков показал, что существует линейная связь между исследуемыми величинами. Она свидетельствует, что чем больше выпадает осадков, тем интенсивнее будет изменение уровня воды. В расчетах были исключены дни с незначительными осадками (меньше 1 мм). В некоторых случаях видно, что небольшие осадки вызывают сильное повышение уровня. Это может объясняться, например, наличием осадков до этого дня, или же небольшим расходом воды на испарение, поверхностный и подземный отток из болота для данных суток.

Коэффициент детерминации установленных линейных зависимостей составляет 0,59 и 0,67 для 2009 и 2010 года соответственно. Таким образом, можно говорить о том, что подъём уровня вод приблизительно на 60 % определяется выпадением осадков.

Выполненный анализ хода уровней болотных вод и сумм осадков суточного разрешения позволил сформулировать гипотезы, которые далее использованы для разработки модели уровня режима болотных вод.

Уравнение водного баланса для точки наблюдений будет включать в себя приходную часть, состоящую из получения влаги за счёт атмосферных осадков и притока воды с прилегающих повышенных частей рельефа. Предположим, что приток воды зависит от интенсивности осадков, выпавших в предыдущие дни, а интенсивность стока связана с уровнем воды в точке наблюдений. Тогда уравнение баланса запишется следующим образом:

$$dW = W_1 - W_0 = k_0 P_0 + k_1 P_1 + k_2 P_2 - k_S (W_1 - W_m), \quad (1)$$

где W_0 – уровень воды в текущий день, W_1 – уровень воды в предыдущий день, P_0, P_1, P_2 – суммы осадков текущего предыдущего и предпредыдущего дня; k_0, k_1, k_2 – коэффициенты трансформации осадков, показывающие какая доля осадков идет на изменение уровня; k_S – коэффициент интенсивности стока; W_m – минимальный уровень воды, после достижения которого сток прекращается.

Коэффициенты модели были оценены по данным измерений с использованием множественной регрессии для 2009–2011 гг. По значениям коэффициентов можем определить величину минимального уровня

(W_m), после которого сток практически прекращается: он располагается на глубине 19, 37, 26 см для 2009, 2010 и 2011 гг. соответственно.

Проверка модели производилась сравнением уровней вод на болоте, рассчитанных по модели с помощью осадков на исследуемой точке, и уровней замеренных автоматическим прибором. Уровень рассчитывался следующим образом:

$$W_1 = (W_0 + k_0 P_0 + k_1 P_1 + k_2 P_2 + k_s W_m) / (1 + k_s), \quad (2)$$

Прогнозные значения УБВ в целом удовлетворительно повторяют ход наблюдаемых изменений уровней. Наибольшие расхождения между прогнозными и фактическими значениями получаются для пиковых всплесков в изменении уровня воды, для которых предсказанные значения гораздо ниже наблюдаемых (до 8,5% от амплитуды колебания уровней).

Рассматривалась взаимосвязь изменения уровней болотных вод на исследуемой точке и уровней, рассчитанных по осадкам на ближайшей метеостанции Бакчар. В целом, кривые повторяют ход друг друга, средняя ошибка прогноза для всего ряда составляет 0,00215 м. Следовательно, значения осадков на станции Бакчар могут быть использованы для расчёта изменения уровней болотных вод за период с 1999 по 2011 гг. (рис.).

На рис. отображено колебание УБВ за период с 13 июня по 30 сентября 2009 г., скорректированного относительно уровней, измеренных в период проведения экспедиций.

Разработанная модель удовлетворительно согласуется с данными натуральных наблюдений. Можно сделать вывод, что водный режим болотных микроландшафтов хорошо коррелирует с метеорологическим режимом даже на прилегающих к ним суходолах. Поэтому на суходольных метеостанциях полученным данным можно рассчитать уровень болотных вод и испарение. Уровни болотных вод, рассчитанные с использованием данных по осадкам метеостанции Бакчар, могут быть использованы для анализа изменения уровней вод на исследуемом участке болота или динамики процессов в болотных экосистемах.

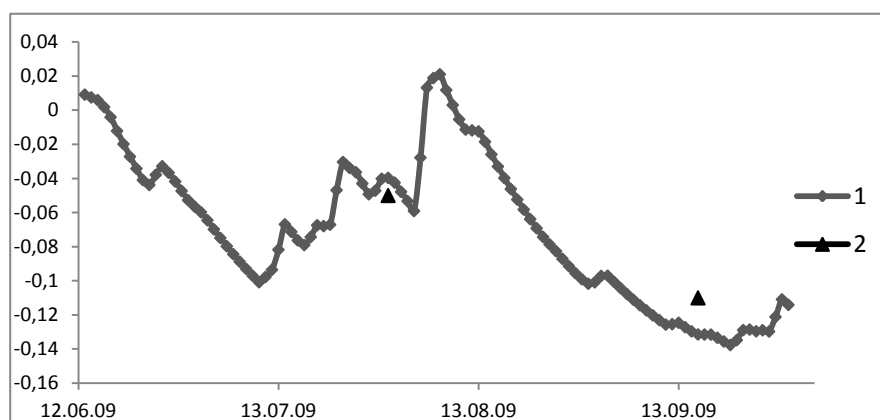


Рис. Модель поведения уровней болотных вод за период 2009г. с использованием коэффициентов 2009г. (1 – УБВ рассчитанные по модели и скорректированные, 2 – УБВ измеренные во время экспедиции)

Литература

1. Инишева Л.И., Земцов А.А., Лисс О.Л. и др. Васюганское болото, природные условия, структура и функционирование. – Томск, 2000. – 181 с.
2. Гидрология заболоченных территорий зоны многолетней мерзлоты Западной Сибири // Под. ред. С.М. Новикова. – СПб.: ВВМ, 2009. – 536 с.
3. Дюкарев Е.А., Головацкая Е.А. Моделирование водного режима олиготрофного болота / Фундаментальные проблемы воды и водных ресурсов: Материалы третьей всероссийской конференции с международным участием. – Барнаул: Изд-во АРТ. – С.369–371.
4. Головацкая Е.А., Порохина Е.В. Ботаника с основами фитоценологии: биологическая продуктивность болотных биогеоценозов. Учебно-методическое пособие. – Томск: Изд-во ТГПУ, 2005. – 64 с.
5. Боровиков В. STATISTICA. Искусство анализа данных на компьютере: Для профессионалов. 2-е изд. – СПб.: Питер, 2003. – 688 с.

Секция 8

ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ В НАУКАХ О ЗЕМЛЕ

ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В МОНИТОРИНГЕ СОСТОЯНИЯ ТЕРРИТОРИЙ С НЕФТЕПРОВОДАМИ

М.Н. Алексеева

Научный руководитель заведующая лабораторией И.Г. Яценко

Институт химии нефти Сибирского отделения Российской академии наук, г. Томск, Россия

Сеть нефтепроводов является важной частью системы объектов производственной инфраструктуры, обеспечивающей функционирование нефтедобывающего комплекса. Так, протяженность магистральных нефтепроводов на территории Ханты-Мансийского автономного округа (ХМАО) составляет 4703 км, а межпромысловых нефтепроводов – 11610 км. Значительная часть, составляющая 50% для магистральных и 22% для межпромысловых нефтепроводов, была построена в 70-80 гг. [4]. Вследствие изношенности, внутренней и внешней коррозии нефтепроводов, на территории округа происходят аварии с разливами нефти и пластовой воды. Так, за 2009 г. в ХМАО зарегистрировано 4797 аварий, из них 2417 аварий на нефтепроводах и 2380 аварий на водоводах. Общая масса загрязняющих веществ, попавших в окружающую среду, составила 5781,4 т, площадь загрязнения – 229,6 га. [3]. В настоящее время применение геоинформационно-космических технологий перспективно для экологического мониторинга состояния территорий с нефтепроводами, оценки их влияния на окружающую среду и определения комплекса оптимальных решений для проектирования, строительства и эксплуатации нефтепроводов.

Целью данной работы является применение геоинформационных технологий в задаче картографирования и мониторинга состояния территорий с нефтепроводами. Объектом исследования являются заболоченные территории нефтедобывающих предприятий Томской области (Советское и Вахское нефтяные месторождения) и Ханты-Мансийского автономного округа (Самотлорское и Ватинское месторождения). В работе использовались архивные космические снимки (КС), полученные с космического аппарата Landsat в 1999–2001, 2005 и 2007 гг. Алгоритм картографирования участков нефтепроводов с возможными авариями и зонами их влияния на компоненты окружающей среды с использованием космических снимков в приведен на схеме рис. 1.

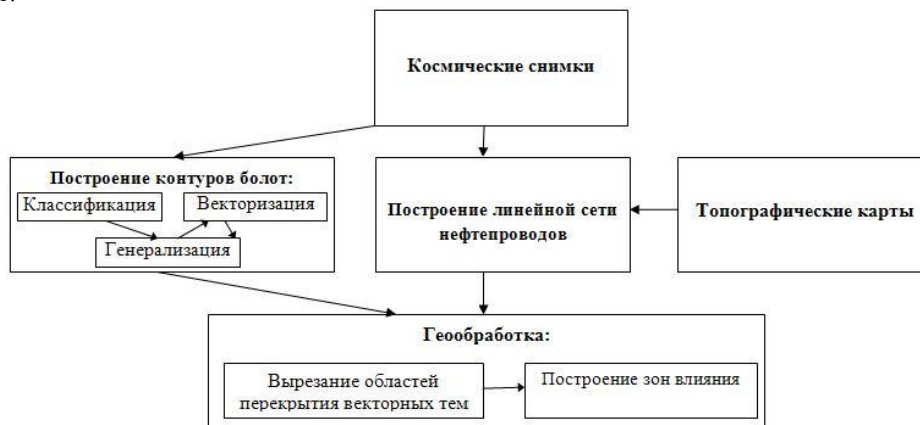


Рис.1. Схема картографирования участков нефтепроводов с возможными авариями и зонами их влияния на компоненты окружающей природной среды

Зачастую при возникновении аварий на трассе нефтепроводов в болотистой местности из-за низкой пересеченности рельефа, малых уклонов профиля труб и расстояний между линейными задвижками, составляющими от 20 до 30 км, происходит истечение большого количества углеводородного сырья, что приводит к загрязнению значительных территорий. Нами установлено [1, 2], что основные площади загрязнения на рассматриваемых месторождениях приходятся на болота. В связи с этим, для проведения дальнейших исследований была построена цифровая карта болот данной местности.

Как видно из рис. 1, с использованием средств геоинформационных систем ERDAS Imagine и ArcGIS, построение контуров болот осуществлялось в несколько этапов. На первом этапе проводилась классификация КС «с обучением» и их векторизация. На втором этапе – генерализация классифицированного космического снимка, которая проводилась с помощью фильтров обнаружения и замены неправильно классифицированных пикселей средними значениями и процедуры удаления векторных контуров болот малого размера по сравнению с масштабом карты.

Картографирование сети трубопроводов проводилось с помощью цифрования ее на космических снимках и топографических картах. Геоинформационная обработка КС подразумевает выделение участков в нефтепроводах, проходящих через заболоченные территории и водные объекты. Именно эти участки нефтепроводов из-за природных факторов наиболее подвержены авариям. Далее для выделенных участков проводится построение зон влияния, в которых при нефтеразливах могут происходить изменения свойств и состава почвы, растительности и воды. По данным [5], примерная зона влияния возможных аварий нефтепроводов на компоненты окружающей среды изменяется от 0,2 км (для наземного участка) до 3 км (для перехода через водную преграду).

Исходя из проведенного анализа площадей нефтяных разливов на Самотлорском месторождении в [1], нами определена зона влияния шириной 1 км по обе стороны трубопровода для обводненных болот и водных объектов, а для облесенных болот – шириной 0,5 км. С помощью алгоритма картографирования (рис. 1) построена картосхема нефтедобывающих территорий Самотлорского, Ватинского, Советского и Вахского месторождений, на которой обозначены сети промышленных и магистральных нефтепроводов, зоны влияния на водные объекты и болота (рис. 2).

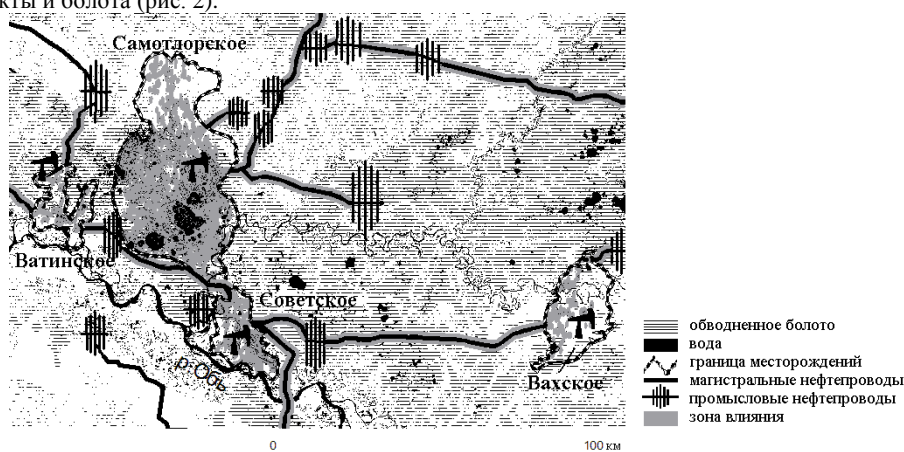


Рис. 2. Картосхема нефтедобывающих территорий с сетью промышленных и магистральных нефтепроводов, с зонами влияния на водные объекты и болота

На карте (рис. 2) показано, что территория исследуемых месторождений насыщена сетью промышленных и магистральных нефтепроводов, проложенных на обводненных болотах. Например, на Самотлорском месторождении площадь болот составляет 1026,52, Ватинском - 121,5, Советском - 111,23 и на Вахском месторождении - 121,51 км², что составляет 55, 47, 26 и 25 % соответственно. Нами установлено, что на Самотлорском месторождении в зоне влияния возможных нефтеразливов находится 73 % территории, Советском – 68 %, Ватинском – 46 % и на Вахском – 27 %.

Таким образом, нами разработана и протестирована методика картографирования с применением геоинформационных технологий для мониторинга состояния территорий с нефтепроводами. При картографировании местности рассматриваемых месторождений установлено, что зоны влияния наибольшие по площади на Самотлорском месторождении (почти 3/4 территории месторождения), т.к. его территория заболочена на 55 % и имеет очень разветвленную сеть нефтепроводов и водоводов. Наиболее благоприятная обстановка наблюдается на Вахском месторождении, т.к. выявлено, что всего 1/4 его площади приходится на болота, сеть нефтепроводов не очень крупная и не разветвленная и, соответственно, площадь зон влияния возможных аварий мала по сравнению с другими месторождениями и составляет 27 % территории месторождения.

Литература

1. Алексеева М.Н., Перемитина Т.О., Яценко И.Г. Оценка влияния нефтеразливов на состояние растительного покрова и приземного слоя атмосферы с использованием КС // Оптика атмосферы и океана, 2011. – Том 24. – № 7. – С.606–610.
2. Вершинин Ю.А., Зубайдуллин А.А. Оценка экологических рисков при загрязнении болот и их рекультивации // Промышленность и экология севера, 2010. – № 6. – С.42–50.
3. Информационный бюллетень «О состоянии окружающей среды Ханты-Мансийского автономного округа – Югры в 2006-2007 годах». – Ханты-Мансийск: ОАО «НПЦ Мониторинг», 2008. – 117 с.
4. Канева М.П., Протасов А.А., Коровин В.А., Подлеснова В.И. Формирование системы мониторинга состояния нефтепромышленных трубопроводов в Ханты-Мансийском автономном округе – Югре // Вестник недропользователя [Электронный ресурс]: журнал, 2007. – Режим доступа: <http://www.oilnews.ru/magazine/2007-18-07.html>, свободный.
5. Методическое руководство по оценке степени риска аварий на магистральных нефтепроводах. – М.: Государственное унитарное предприятие «Научно-технический центр по безопасности в промышленности Госгортехнадзора России», 2002. – 133 с.

МЕТОДИКА ПОДГОТОВКИ ДАННЫХ ДЗЗ ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ РАССЛОЕННЫХ ИНТРУЗИВОВ**Д.Е. Выдрич**

Научный руководитель доцент Ю.С. Ананьев

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Расслоенные интрузивы представляют собой одно из интереснейших явлений природы. Сформированные при кристаллизации гомогенного расплава, они имеют ярко выраженную гетерогенную структуру и образованы чередующимися слоями пород разного вещественного состава, наподобие стратифицированной пачки осадочных отложений. До сравнительно недавнего времени считалось, что явление первичной магматической расслоенности характерно главным образом для крупных мафит-ультрамафитовых интрузивов, происшедших за счет базальтовых расплавов и формировавшихся в стабильной тектонической обстановке. Однако, расслоенные текстуры наблюдаются в интрузивах разного вещественного состава, вплоть до кислых и щелочных [1]. С расслоенными интрузивами связаны крупнейшие месторождения целого ряда важных полезных ископаемых: платиноиды, Ni, Cu, Cr, Fe, Ti, Au, Ag, апатит, редкометалльные и др.

Цель работы – выявить возможности картирования расслоенных интрузивов по материалам дистанционного зондирования земли (ДЗЗ).

Для достижения поставленной цели решались следующие задачи: выбор объекта изучения, подбор необходимых материалов, выбор программного обеспечения, разработка методик обработки материалов ДЗЗ, выявления возможности картирования расслоенного интрузива.

В качестве анализируемого материала были выбраны данные космической системы Landsat-7 и SRTM (Shuttle Radar Topographic Mission). Космосъемка выполняется в восьми каналах с разрешением 15...60 м при помощи радиометра ETM+, установленным на борту спутника Landsat-7. SRTM – радарная интерферометрическая съемка поверхности земного шара, выполненная с помощью двух радиолокационных сенсоров SIR-C и X-SAR, установленных на борту космического шатла Endeavour. На основе данных SRTM была построена цифровая модель рельефа (ЦМР) Земли.

Так как данные ДЗЗ доступные для пользователя находятся в сыром необработанном виде, то в связи с этим возник вопрос о необходимости разработки методик обработки космических снимков (КС) и ЦМР. Под обработкой данных ДЗЗ понимается процесс выполнения операций над космическими снимками, включающий их коррекцию, преобразования, улучшения, визуализацию и дешифрирование.

Для обработки космических снимком использовалась программа ERDAS IMAGINE, которая в настоящее время является наиболее развитым продуктом для обработки, редактирования и визуализации изображений ДЗЗ. А данные SRTM обрабатывались при помощи модуля Spatial Analyst в ArcGIS.

Ниже описаны основные этапы подготовки космических цифровых материалов.

Так как космический снимок одной сцены Lansat ETM+ распространяется поканально, то сначала его необходимо собрать в спектрозональный снимок из моноканальных растров при помощи функции Layer Stack. На полученном КС присутствует много водных и техногенных объектов, поэтому их необходимо исключить из анализа.

Для выделения водных и техногенных объектов использовалась неконтролируемая классификация в ERDAS IMAGINE методом ISODATA. Классификация выполняется утилитой Unsupervised Classification, вызываемая из меню редактора сигнатур. После окончания процесса в классифицированном снимке задавались цвета и для каждого класса.

На основе полученных результатов неконтролируемой классификации, выполнено маскирование исходного КС для удаления из анализа водных и техногенных объектов, которые забивают все каналы КС. Операция выполняется при помощи инструмента Mask.

Далее необходимо увеличить информативность изображения, которое можно выполнить различными путями. Например, применив разнообразные функции преобразования контрастности изображения (линейное растягивание и выравнивание гистограммы). Методы повышения контрастности снимков применяются исключительно для того, чтобы улучшить их визуальное восприятие.

В результате преобразований получается спектрозональный снимок с низким пространственным разрешением (30 м), а для того чтобы получить многозональное изображение с более высоким пространственным разрешением в 15 м, необходимо воспользоваться инструментом Resolution Merge.

Для работы в ГИС данные SRTM необходимо конвертировать в формат GRID, так как в свободном доступе они находятся в формате GeoTIFF с разрешением 90 метров. Сначала необходимо восстановить отрицательные значения, затем установить значения NODATA при помощи картографического калькулятора модуля Spatial Analyst. В результате получилась ЦМР в формате GRID с правильными значениями высот.

Для улучшения визуального восприятия рельефа к ЦМР была применена теневая отмывка, которая создает эффект псевдо солнечного освещения земной поверхности.

В качестве анализируемого объекта был выбран интрузивный комплекс Садбери (Sudbury) расположенный в Канаде провинции Онтарио, так как он имеет высокую степень обнаженности и широко освещен в литературе [1, 2, 3, 4, 5].

Исследуемый массив в плане имеет форму эллипса и располагается вдоль контакта между архейской провинцией Супериор на севере и нижнепротерозойскими осадочными и вулканическими породами Южной провинции на юге. Нижняя зона интрузива сложена разновидностями пород норитового и габбрового составов [2], верхняя – микропегматитами. Строение массива осложнено разрывами преимущественно северо-западного

простирается. По мнению Cannon [3], современная овальная форма структуры Садбери является следствием сжатия в северо-западном направлении, прошедшем 1,8 млн лет назад во время Пенокеанского горообразования (Penokean orogeny).

Уникальный медно-никелевый рудный район Садбери включает 61 месторождение и рудопроявление. Залежи богатых массивных руд, тяготея к периферии массива, формируют прерывистый овал рудных тел.

Установлено, что расслоенный массив находится в зоне сопряжения кратона (Канадский кристаллический щит) с хрупкими деформациями с подвижным поясом с пластичными деформациями (рис.).

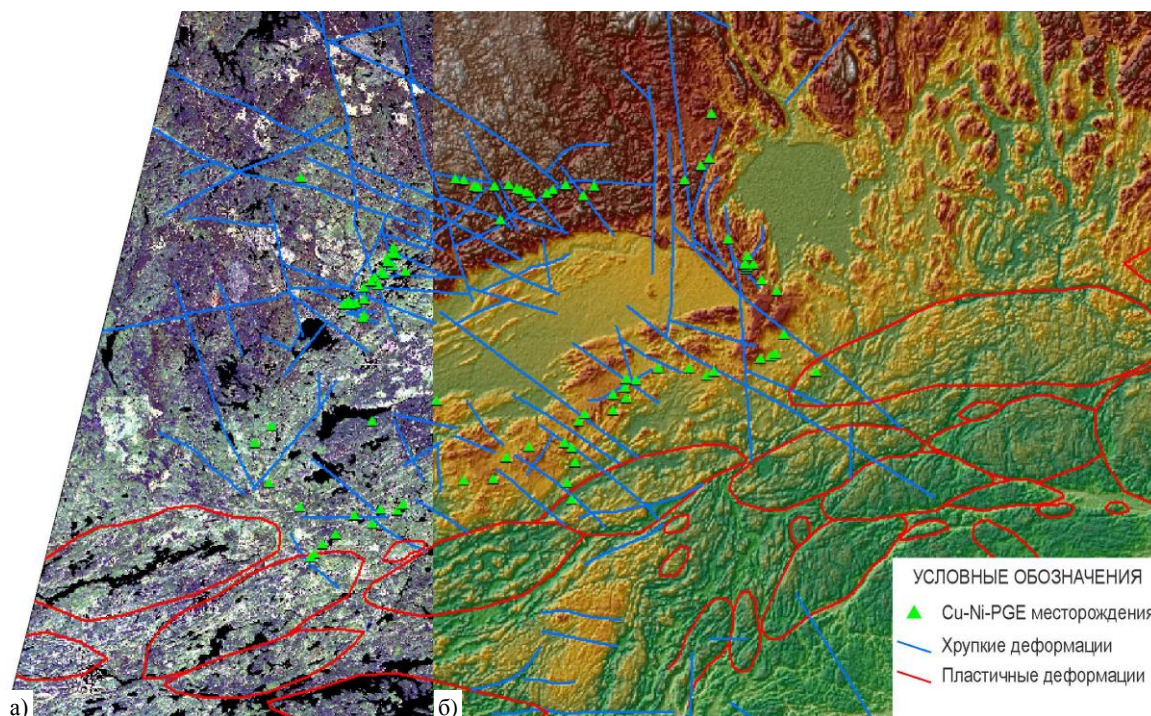


Рис. Расслоенный массив Садбери в материалах Landsat ETM+ (а) и SRTM (б) с элементами дешифрирования

Выводы:

1. Разработана технология подготовки космических материалов к последующему дешифрированию для изучения расслоенных массивов.
2. Внутреннее строение расслоенного массива Садбери отчетливо фиксируется в полученных материалах.
3. Подготовлены спектральные библиотеки для КС Landsat-7 для интрузивных пород слагающих эти расслоенные массивы, которые можно использовать в дальнейших работах.

Литература

1. Шарков Е.В. Формирование расслоенных интрузивов и связанного с ними оруденения. – М.: Научный мир, 2006. – 368 с.
2. Ames D. E., Davidson A. and Wodicka N. Geology of the Giant Sudbury Polymetallic Mining Camp, Ontario, Canada // *Economic Geology*. – 2008. – v. 103. – P. 1057–1077.
3. Cannon W.F. The Penokean Orogeny in northern Michigan. In *Huronian Stratigraphy and Sedimentation* // *Geol. Assoc. Can. Spec. Paper*. – 1973. – v. 12 – P. 251–271.
4. Fleet M. E., Barnett R. L. and Morris W. A. Prograde metamorphism of the Sudbury igneous complex // *Canadian Mineralogist*. – 1987. – v. 25. – P. 499–514.
5. James H.L. Zones of regional metamorphism in the Precambrian of northern Michigan // *Geological Society of America Bulletin* – 1955. – v. 66. – P. 1455–1488.

РЕГИОНАЛЬНЫЕ ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ: АНАЛИЗ ПОТОКА ДОКУМЕНТОВ ИЗ БД «ПРИРОДА И ПРИРОДНЫЕ РЕСУРСЫ СИБИРИ И ДАЛЬНЕГО ВОСТОКА»

Ю.Д. Горте

Научный руководитель старший научный сотрудник В.В. Рыкова
Государственная публичная научно-техническая библиотека Сибирского отделения
Российской академии наук, г. Новосибирск, Россия

В последние годы геоинформационные системы получили применение для решения практических задач в различных сферах деятельности человека. ГИС – это современная компьютерная технология для картирования и анализа объектов окружающего мира, которая объединяет традиционные операции работы с базами данных (БД), с преимуществами визуализации и пространственного анализа, представляемыми картой, с различным территориальным охватом (от глобального до локального) [1].

Отдел научной библиографии ГПНТБ СО РАН занимается информационным сопровождением научных исследований ученых и специалистов Сибирского отделения РАН путем создания региональных библиографических БД различной тематики. Материалы по региональным географическим информационным системам широко представлены в БД собственной генерации «Природа и природные ресурсы Сибири и Дальнего Востока». БД с текущим пополнением «Природа и природные ресурсы Сибири и Дальнего Востока, их охрана и рациональное использование» начитывает более 250 000 документов (с 1988 года) по геологии, полезным ископаемым, разведочной и промышленной геофизике, климату, гидрологии суши и моря, гляциологии, почвам, растительному и животному миру, ландшафтной экологии, наземным и водным экосистемам. Здесь же рассматривается широкий спектр экологических проблем: загрязнение и влияние человека на отдельные компоненты географической оболочки, охрана природы и рациональное использование природных ресурсов, экология человека, экологическая экспертиза и мониторинг, экобезопасные технологии, правовые и социальные вопросы экологии, заповедное дело. Записи в БД структурированы по тематическим и географическим рубрикам, что облегчает поиск релевантных материалов по региону.

Нами был выделен документальный поток, составивший более 1000 записей по вышеозначенной теме, и проведен краткий наукометрический анализ: временная, видовая, географическая структура.

Во временной структуре документопотока четко видно, что разработка ГИС-технологий получила активное развитие в конце прошлого – начале нынешнего века. При этом за последние 5 лет количество материалов, посвященных данной тематике удвоилось. Учитывая тот факт, что публикации 2010 и 2011гг. еще продолжают поступать в фонды библиотеки и вошли в документальный поток лишь частично, можно прогнозировать, что тенденция роста потока документов в ближайшее время сохранится.

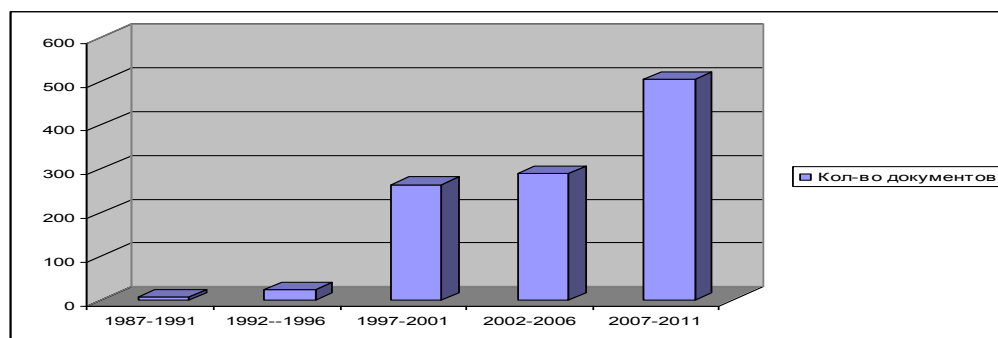


Рис. 1. Динамика документопотока

Географическая структура потока документов показана на Рис. 2, где отчетливо видно преобладание публикации по ГИС для регионов Западной и Восточной Сибири, количество ГИС по Дальнему Востоку значительно меньше.

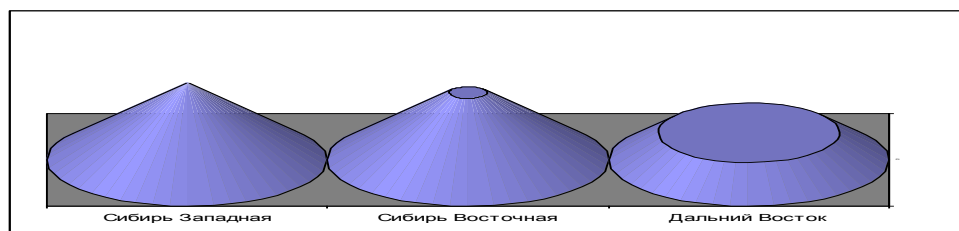


Рис. 2. Географическая структура документопотока

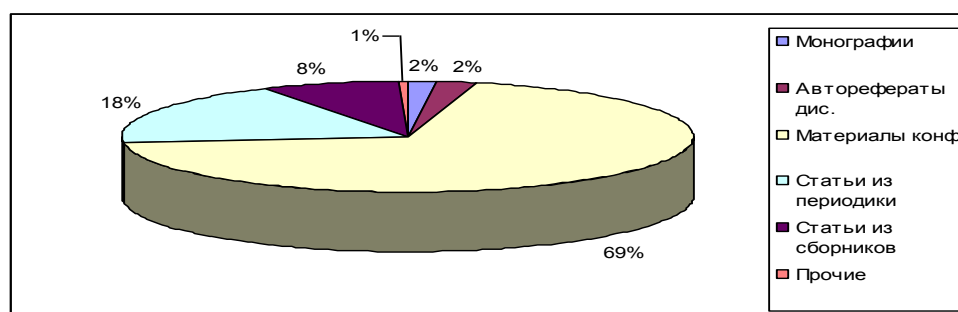


Рис. 3. Видовая структура документопотока

В видовой структуре документов преобладают материалы конференций, составляющие почти 70% потока. Следует отметить, что научные форумы, посвященные ГИС-технологиям, проводятся на постоянной основе: международные конференции «ИнтерКарто/ИнтерГИС», «Геоинформатика», «Распределенные информационные и вычислительные ресурсы», «ENVIRONMENTIS», «Гео-Сибирь», а также региональные ГИС конференции. Почти 20% документопотока составляют статьи из периодики. Наибольшей публикационной активностью по теме выделяются следующие журналы: «Геоинформатика», «Информационный бюллетень ГИС-ассоциации», «Горный информационно-аналитический бюллетень», «Известия вузов. Геодезия и аэрофотосъемка», «Вестник СГА». Необходимо отметить, что половина монографий, авторефератов диссертаций и журнальных статей, формирующих документальный поток, опубликованы в 2009–2011 гг., хотя как уже отмечалось, издания этих лет еще не полностью поступили в библиотеку. Это свидетельствует об активном развитии данного направления научных исследований на современном этапе, накоплении материалов по вышеозначенной проблеме, поэтому в будущем можно ожидать выхода в свет монографических изданий, посвященных региональным геоинформационным системам.

В потоке доминируют русскоязычные документы, публикации на иностранных (преимущественно английском) языках составляют около 5%. Объем электронных публикаций не превышает 2% от общего количества записей в документопотоке. Следует отметить, что все электронные документы имеют гиперссылки на полный текст документа, доступный для просмотра только в стенах библиотеки. Представление полных текстов в Интернете ограничено законом об авторском праве.

В заключении хотелось бы отметить, что информационные массивы ГПНТБ СО РАН формируются на основе обязательного экземпляра отечественной литературы и иностранных изданий, поступающих по Международному книгообмену и покупаемых за валюту институтами СО РАН. Из зарубежных изданий хотелось бы отметить монографии из серий «Lecture notes in geoinformation and cartography» и «Geographical information systems series», поступающие в фонды библиотеки (самые свежие из них приведены в литературе [2-8]). Все БД находятся в свободном доступе для пользователей Интернета на сайте библиотеки по адресу www.spsl.nsc.ru. Обратившись к опциям «Базы данных» или «Электронная библиотека», далее следует выбрать рубрику «Библиографические БД ГПНТБ СО РАН», где они расположены в алфавитном порядке. Выбрав нужную БД и сформулировав запрос, пользователь получает информацию, которая может быть представлена в виде библиографического описания или полного формата документа. Материалы, содержащиеся в наших БД, хранятся в фондах ГПНТБ СО РАН или библиотеках сети, поэтому их можно легко получить по межбиблиотечному абонементу в электронной или традиционной форме.

Литература

1. Геоинформационные системы [Электронный ресурс]. – URL: http://wiki.mvtom.ru/index.php/Геоинформационные_системы.
2. 3D geo-information sciences / ed.: J. Lee, S. Zlatanova. - Berlin ; Heidelberg : Springer, 2009. - 435 p. - (Lecture notes geoinformation and cartography).
3. Advances in 3D geo-information sciences / Becker T., Nagel C., Kolbe T.H. [et al.]; ed.: Kolbe T.H., Konig G., Nagel C. – Heidelberg [etc.] : Springer, 2011. – 294 p. – (Lecture notes in geoinformation and cartography).
4. Brunet, R. Sustainable geography / R. Brunet. - London : ISTE ; Hoboken : Wiley, 2011. - 393 p. - (Geographical information systems series).
5. Geographic information systems and science / P. A. Longley [et al.]. - New York : J. Wiley & sons, 2011. - 539 p.
6. Innovations in remote sensing and photogrammetry / ed.: S. Jones, K. Reinke. - Heidelberg [etc.] : Springer, 2009. - 468 p. - (Lecture notes in geoinformation and cartography).
7. Remote sensing and geospatial technologies for coastal ecosystem assessment and management / ed. X. Yang. - Berlin ; Heidelberg : Springer, 2009. - 561 p. - (Lecture notes geoinformation and cartography).
8. Seamless geoinformation of coastal zone "Northern coastal zone of Noto Peninsula" [Электронный ресурс]. - Tsukuba : Geol. survey of Japan, AIST, 2010. - 1 DVD-ROM. - (Digital geoscience map).
9. Standard-based data and information systems for Earth observation / ed.: L. Di, H. K. Ramapriyan. - Heidelberg [etc.] : Springer, 2010. - 248 p. - (Lecture notes in geoinformation and cartography).

УЧЕТ ВЛИЯНИЯ ПОДСТИЛАЮЩЕЙ ПОВЕРХНОСТИ ПРИ ОБРАБОТКЕ СПУТНИКОВЫХ СИГНАЛОВ

А.В. Зиновьев

Научный руководитель профессор М.Ю. Катаев

Томский университет систем управления и радиоэлектроники, г. Томск, Россия

Задача по изучению атмосферы и прогнозированию в области изменения климата особенно актуальна. Процесс увеличения количества парниковых газов в атмосфере требует постоянного наблюдения, так как он является одной из основных причин повышения температуры Земли. Развитие промышленности и урбанизация последнего столетия привели к значительному увеличению выброса парниковых газов в атмосферу. Одним из способов контроля содержания и поведения газов в планетарном масштабе являются спутниковые наблюдения.

23 января 2009 г. японским космическим агентством (JAXA) был запущен спутник GOSAT (Ibuki) - первый в мире спутник, чьей задачей является мониторинг парниковых газов. Спутник оборудован инфракрасными датчиками, которые улавливают отраженное излучение от поверхности Земли и тел атмосферы.

Взаимодействие солнечного излучения с атмосферой приводит к рассеянию и поглощению фотонов солнечного излучения и количественно определяется свойствами газового состава и типами аэрозоля. Отраженное от поверхности излучение зависит от рельефа поверхности и ее типа. Подстилающая поверхность обладает рядом характеристик, влияющих на изменение отраженного от нее излучения. Способы учета влияния рельефа горных областей описаны в [5]. В работах [1] и [2] приведены различные способы топографической коррекции. В [4] авторы рассматривают методы компенсации теней для массивов хвойных лесов. При учете всех этих факторов, та часть солнечного света, которая достигла спутникового устройства, может быть использована для определения содержания газовой структуры атмосферы. Подробное описание форматов полученных данных и методов их обработки содержится в [3].

Существующие подходы по обработке спутниковых сигналов, в настоящее время, не учитывают неэффективное влияние на сигнал подстилающей поверхности.

Целью работы является обработка спутниковых сигналов с учетом влияния на них подстилающей поверхности и сравнение полученных результатов с результатами обработки без учета подстилающей поверхности. Поверхность Земли обладает рядом характеристик, влияющих на ее роль в отражении солнечного света. Среди них были выделены и учтены следующие: рельеф земной поверхности, отражательная способность типов земной поверхности. Для получения информации об этих факторах были использованы следующие свободно распространяемые базы данных: SRTM (Shuttle Radar Topographic Mission), GLC2000 (Global Land Cover 2000), ASTER (Advanced Spaceborne Thermal Emission and Reflection Radiometer).

Сигнал представлен выражением:

$$I_1(\lambda, \varphi) = I_0(\lambda) \cdot \varepsilon(\lambda) \cdot W_{surf} \cdot \tau(\lambda, \varphi)$$

где I_1 – спектр отраженного от поверхности солнечного излучения, ε – коэффициент отражения, зависящий от типа поверхности, W_{surf} – параметр, характеризующий рельеф, τ – пропускание атмосферы.

Данные предоставляемые проектом GOSAT делятся на 4 уровня, в зависимости от обработки и содержания. Задачей разрабатываемого комплекса является преобразованием данных уровня 1В в уровень 2.

Уровень 1В содержит наблюдаемые данные, преобразованные в спектральные для каждой длины волны соответственно и подвергнутые радиометрической коррекции, данные геолокации наблюдаемой точки, спектральную информацию калибровки данных [3].

Уровень 2 представляет собой колонки содержания углекислого газа (CO_2) и метана (CH_4), а также колонки, содержащие соответствующую долю углекислого газа и метана для сухого воздуха [3].

На рисунке 1 представлен расчет данных уровня 2 по данным уровня 1 с учетом влияния подстилающей поверхности.

Работа с сигналом делится на два этапа: предобработку (рис. 2) и восстановление. Предобработка состоит из ряда методов, применяемых для очистки сигнала от меняющих его факторов, за исключением его поглощения в атмосфере. К ней также относится и исключение влияния подстилающей поверхности. Для восстановления концентрации газов можно использовать различные методы. В разрабатываемом комплексе используется метод опорных векторов.

В результате разработан продукт, с помощью которого можно отслеживать и анализировать влияние подстилающей поверхности при обработке спутниковых сигналов.

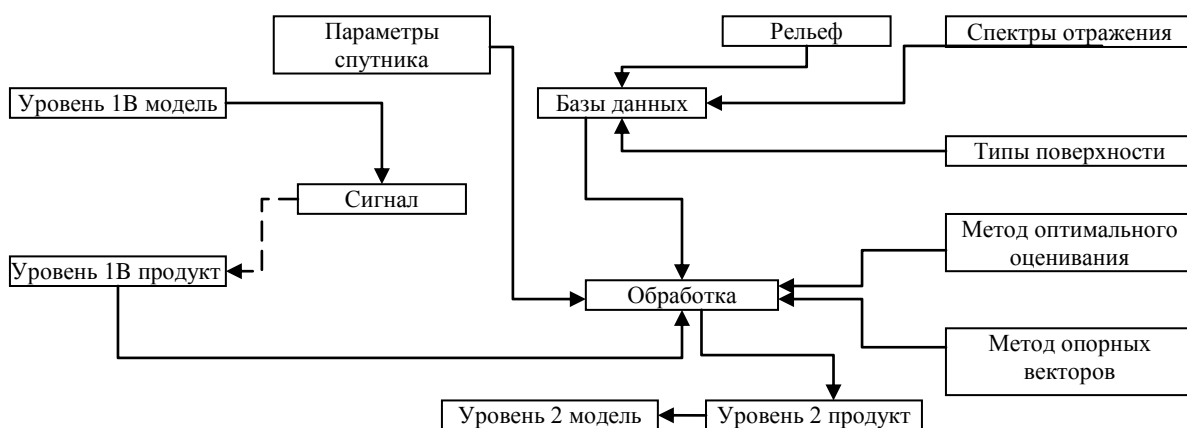


Рис. 1. Схема расчета модели уровня 2 из данных измерений уровня 1В

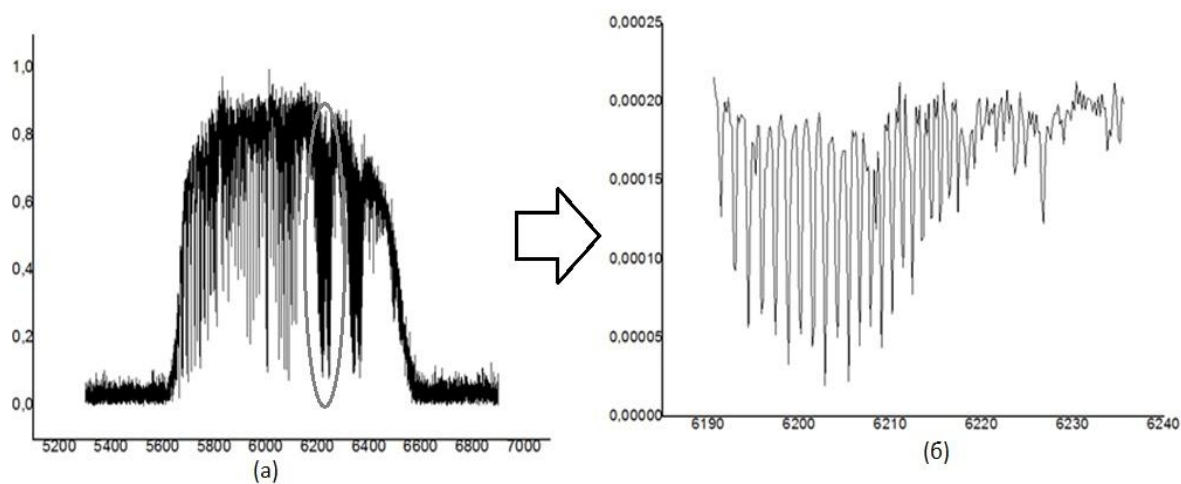


Рис. 2. Пример спутникового сигнала (а) и сигнала прошедшего предобработку (б)

Литература

1. Assessment of Different Topographic Corrections in Landsat-TM Data for Mapping Vegetation Types / David Riano [et al.] // Ieee Transactions On Geoscience And Remote Sensing, 2003. – Vol. 41. – No. 5. – P. 1056 - 1061.
2. Comparison of Different Topographic Correction Methods using AWiFS Satellite Data / Sartajvir Singh [et al.] // International Journal Of Advanced Engineering Sciences And Technologies, 2011. – Vol. 7. – No. 1. – P. 103 - 109.
3. GOSAT PROJECT: Ibuki Data User Handbook. // Электронный ресурс – Japan Aerospace Exploration Agency, 2011. – URL: https://data.gosat.nies.go.jp/GosatUserInterfaceGateway/guig/doc/GOSAT_HB_E_1stEdition_for_HP.pdf
4. Interpretation and topographic compensation of conifer canopy self-shadowing / Van R. [et al.] – Remote Sensing of Environment, 2008. – P. 3820 – 3832 .
5. The topographic correction of spot imagery for mountainous terrain / Gin-Rong Liu [et al.] – Asian journal of Geoinformatics, 2009.

МЕТОДИКА ПОСТРОЕНИЯ 3D ГЕОЛОГО-ГЕОХИМИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ЗОЛОТА НА ПРИМЕРЕ МЕСТОРОЖДЕНИЯ «БЛАГОДАТНОЕ» (КРАСНОЯРСКИЙ КРАЙ, ОЛИМПИАДИНСКАЯ ПЛОЩАДЬ)

А.А. Кирсанов

Научный руководитель главный геолог С.А. Корчагин

Закрытое акционерное общество «Сибгеоконсалтинг», г. Красноярск, Россия

В последние годы во многих крупных геологических компаниях популярным для исследований и планов дальнейшей разработки месторождений стал метод построения трехмерных (3D) моделей участков. Возможности 3D визуализации пространства в географических информационных системах еще не являются существенно приближенной к истине виртуальной реальностью, но значительные шаги уже делаются в направлении создания 3D – представления и трехмерной символики [1].

Проблема развития минерально-сырьевой базы и инженерного освоения территорий обуславливает необходимость глубинного изучения недр в трехмерном цифровом виде. В связи с этим, возникает необходимость перехода к объемному компьютерному моделированию и к трехмерным геоинформационным системам. Компьютерное моделирование является одним из эффективных методов изучения сложных систем. Компьютерные модели проще и удобнее исследовать в силу их возможности проводить так называемые вычислительные эксперименты, в тех случаях, когда реальные наблюдения затруднены из-за финансовых или физических препятствий либо могут дать непредсказуемый результат. Логичность и формализованность компьютерных моделей позволяет выявить основные факторы, определяющие свойства изучаемого объекта-оригинала (или целого класса объектов), в частности, исследовать отклик моделируемой физической системы на изменения ее параметров при изменении начальных условий [2].

Для построения геохимической модели месторождения использовался программный продукт компании ESRI (ArcGIS 9.3 с встроенным модулем ArcScene).

Модель золотого оруденения построена на примере месторождения Благодатное. В качестве исходных данных для выполнения модели были взяты следующие материалы:

- координаты устьев скважин, инклинометрия (используются для создания траекторий скважин в модели);
- данные опробования разведочных скважин на золото, организованные в виде специальной информационной модели.

Есть два принципиально разных подхода к созданию объемных моделей поверхности в программе ArcGIS 9.x и последующих версиях:

- 1 – «горизонтального наращивания»;
- 2 – «вертикального наращивания».

Первый метод построения модели осуществляется путем создания горизонтов распределения содержания полезного компонента, с определенным шагом, в зависимости от глубины разведочных скважин. Второй метод основан на построении геохимических разрезов по разведочным линиям буровых скважин.

Основные стадии построения 3D геолого-геохимической модели месторождения.

Метод горизонтального наращивания:

1. Создание общей базы данных разведочных скважин;
2. Расчет усредненных значений содержания золота по горизонтам на определенный шаг (в зависимости от глубины скважин);
3. Расчет фоновых и минимально-аномальных значений содержания золота;
4. Исследование расчетных значений содержания золота по горизонтам для оценки закона распределения и устранения аномально повышенных содержаний;
5. Построение геохимических аномалий по горизонтам;
6. 3D моделирование рельефа участка месторождения;
7. Создание точечной 3D-grid модели, дающей представление о распределении золота на глубину.

Метод вертикального наращивания:

1. Создание общей базы данных разведочных скважин;
2. Расчет фоновых и минимально-аномальных значений содержания золота;
3. Построение геохимических аномалий по разведочным линиям;
4. 3D моделирование рельефа участка месторождения;
5. Группирование геохимических разрезов.

Для создания модели золоторудного месторождения Благодатное был использован метод «горизонтального наращивания» по причине отличия характера визуального отображения и более усложненной структуры создания, что позволило дать обобщающую характеристику распределения оруденения на месторождении, в отличии от метода «вертикального наращивания».

Предварительная подготовка данных, а именно сбор различного рода информации производилась в Microsoft Excel. Далее следовал расчет средних значений содержания элементов по горизонтам в скважинах (1 горизонт 50 метров). Создание самой базы данных производилось в Microsoft Access.

Все исходные данные были обработаны статистическими методами, для оценки изменчивости содержания золота.

Для всех горизонтов, руководствуясь формулам, были рассчитаны фоновое и минимально-аномальные значения содержания золота.

Исследование расчетных значений содержания золота по горизонтам для оценки закона распределения и устранения аномально повышенных содержаний производилось с использованием модуля ArcGIS Geostatistical Analyst.

Построение геохимических аномалий по горизонтам производилось с использованием модуля ArcGIS Spatial Analyst. Для интерполяции значений содержания распределения золота по горизонтам использовался метод обратно взвешенных расстояний. В результате получены карты распределения золота на всех горизонтах участка месторождения Благодатное.

Для получения 3D модели рельефа участка месторождения построена TIN-поверхность по данным координат устьев геологоразведочных скважин.

Завершающей частью построения модели является получение трехмерного грида (3D-grid), который строится путем векторизации (растр-точка) полученных растров горизонтов распределения золота на участке. При этом предварительно достраиваются промежуточные растры с требуемым вертикальным шагом (для

построения модели месторождения Благодатное использовался вертикальный шаг 50 метров). Для более детального отображения и изучения части участка вертикальный шаг можно уменьшить.

Результатом всех произведенных построений стала информационная трехмерная модель распределения содержания золота от поверхности рельефа до глубины 550 метров (рис.).

Выполнив запрос по каждой из требуемых градаций (контуры ореолов содержания золота), получаем выборку тел, объемные и массовые характеристики которых можно легко просчитать, так как имеются объемные и массовые характеристики единичного элемента 3D-grid модели.

Построенная 3D модель позволила оценить характер оруденения до глубины 550 метров, сделать прогноз на глубину и фланги близ лежащих территорий, произвести формальное оконтуривание рудных тел.

Методика создания модели применима к исследованию месторождений любых видов твердых полезных ископаемых и любой категории сложности.

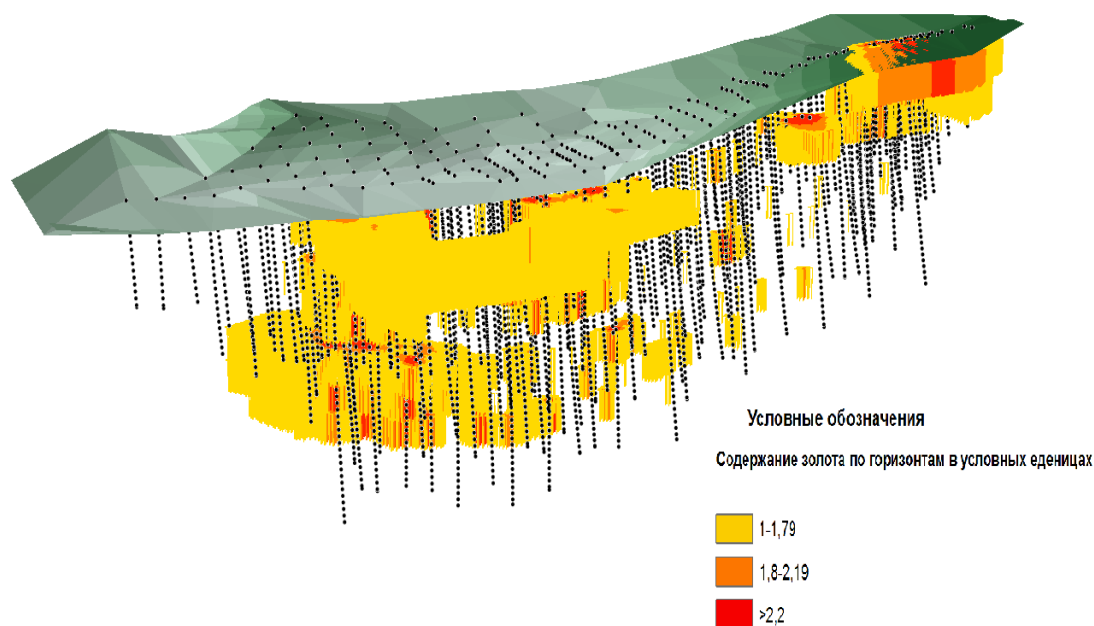


Рис. Трехмерная модель распределения содержания золота от поверхности рельефа до глубины 550 метров

Литература

1. Гомлинсон Р. Ф. Думая о Гис. Планирование географических информационных систем: Руководство для менеджеров. Пер. с англ. – М: Дата+, 2004. – 325 с.
2. Коротаев М.В., Правикова Н.В. Применение геоинформационных систем в геологии: учебное пособие. – М: КРУ, 2008. – 172 с.

НОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ПРОЦЕССЕ ГЕОЛОГИЧЕСКОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ, ФОРМИРОВАНИИ И ХРАНЕНИИ БАЗ ДАННЫХ

А.А. Кирсанов

Научный руководитель заместитель главного геолога С.В. Новоселов
Закрытое акционерное общество «Сибгеоконсалтинг», г. Красноярск, Россия

Основным направлением деятельности ЗАО «Сибгеоконсалтинг» является геологическое сопровождение геологоразведочных работ – геологическая документация керна скважин и горных выработок, создание электронных баз данных, обработка полученных полевых и лабораторных данных в различных геоинформационных и горно-геологических системах с созданием геологических и блочных моделей месторождений, составление отчетов с подсчетом запасов полезных ископаемых и авторское сопровождение экспертизы в ГКЗ.

Требование бизнеса к ускорению возврата инвестируемых средств вызвало бурное развитие технологии геологоразведочных работ. Интенсивность выполнения физических объемов, в частности бурения колонковых скважин, обеспечивается применением современных буровых станков с производительностью 1,5-2,0 тыс. пог. м в месяц, что в 2-3 раза превышает производительность станков советского периода. Использование алмазного инструмента при выполнении опробовательских работ, а так же использование полевых мобильных модулей

пробоподготовки, значительно сократили сроки выполнения геологоразведочных работ. Это, в свою очередь, повысило требования к скорости и надёжности обработки получаемой информации.

Скорость обработки информации, полученной в полевых условиях, обеспечивается применением современных компьютерных технологий. Для получения конечного продукта геологического изучения недр – запасов полезных ископаемых, наибольшее распространение получили ГИС (ArcView ArcGIS) и ГГИС (такие как Micromine, Datamine, Gemcom, Digimine и др.). Использование горно-геологических систем позволяет вести геологическую и топо-маркшейдерскую базу данных, проводить статистический анализ геологической информации, создавать трехмерные модели месторождений, выполнять подсчёт запасов, создавать блочную геологическую модель, оптимизировать контур проектного карьера, вести проектирование и планирование геологоразведочных и горных работ, а так же многое другое.

Слабым звеном, а точнее самым необеспеченным программным обеспечением, в процессе геологоразведочных работ, оказалась первичная геологическая документация. Геолог-документатор, помимо традиционной геологической документации, должен создать готовую базу данных, или дополнительно привлекаются специалисты для перевода традиционной первичной геологической документации в цифровую форму, где, кроме координат устьев, инклинометрии, данных по опробованию, дается кодовая документация пород, минерализации, интенсивность и состав гидротермальной и метасоматической проработки. Таким образом, вопрос о создании программного обеспечения для полевой документации и последующей передачи данных является весьма актуальным. Этому так же способствует появление на рынке доступных мобильных вычислительных устройств с повышенной ёмкостью батарей и развитие интернет сетей, в том числе с технологиями беспроводного доступа.

В последние годы стали появляться различные программные продукты, позволяющие где-то частично (создание паспортов скважин, ГТН и т.д.), а где-то и полностью компьютеризировать процесс документации и формирования отчётных документов. Специалисты компании протестировали несколько готовых предлагаемых решений российских и зарубежных производителей. Среди них Strater (Golden Softwer), Field Marshal (Micro Mine), Geological Data Managment (Century Systems), АГР (АрДжейСи) и другие менее известные разработчики. Наиболее продвинутым и интенсивно рекламируемым в последнее 2-3 года программным продуктом считается АГР компании АрДжейСи. Но у каждого продукта есть свои плюсы и минусы. Большинство протестированных программ либо решают одну локальную задачу из всего спектра задач по сбору, анализу и хранению данных, либо являются так называемыми программами-логгерами, которые позволяют вводить основные геологические данные в единую базу данных, а также визуализировать их как в трехмерной среде, так и в виде колонок по скважинам. Однако в связи с тем, что использование таких программ ориентировано на как можно более быстрое получение трехмерной блочной модели месторождения, они слабо адаптированы под российские стандарты геологической документации. Вторым отрицательным моментом использования этих программных продуктов является их относительная дороговизна, а также трудность освоения персоналом.

Компания ЗАО «Сибгеоконсалтинг» не отстает от прогресса и, учитывая опыт ведения работ, разрабатывает и внедряет в производство собственный программный продукт, который первоначально задумывался как инструмент геолога-документатора ядра буровых скважин под условным названием «АРМ-геолог».

В процессе разработки программного продукта родилась идея полностью перейти на электронную систему документации и хранения геологических данных, получаемых на всех стадиях реализации проекта. Тем самым из состава работ, по замыслу разработчиков, должен полностью исчезнуть этап ввода данных с «бумажных» носителей, требующий значительных затрат труда и таящий в себе вероятность ошибочного ввода. В результате на свет появился программный продукт под рабочим названием Система управления геологическими данными - MSGD (Management System of the Geological Data).

Программный продукт MSGD не ограничивается только документацией скважин и горных выработок. Это инструмент, включающий в себя ряд подсистем, обеспечивающих глобальное управление геологическими данными (рис. 1):

а) подсистема полевой документации – SFD (Subsystem of the Field Documentation) для геолога-документатора, занимающегося непосредственно документацией ядра скважин и горных выработок в полевых условиях. В настоящее время внедряется в эксплуатацию инструмент по документации ядра скважин. Завершение разработки пробной версии инструмента для документации поверхностных горных выработок планируется к концу 2012 года;

б) подсистема сбора данных и их первичной обработки на разведочном участке – SPS (Subsystem a Prospecting Site) для участкового геолога, производящего оперативную камеральную обработку материалов и осуществляющего контроль исполнения проектных решений;

в) подсистема управления проектом – SMP (Subsystem of Management of the Project) для ведущего геолога – руководителя проекта, посредством которой он задаёт расположение и конструкцию выработок, отслеживает качество геологической документации и соответствие её инструктивным требованиям и эталонным коллекциям, наблюдает и руководит за ходом работ по выполнению проектного задания;

г) подсистема обработки и хранения данных – PDSS (Processing and Data Storage Subsystem) для геологов камеральной группы обеспечивающих окончательную обработку и верификацию баз геологических данных по геологоразведочному проекту.

д) подсистема репликации данных – SRD (Subsystem of Replication of the Data). Подсистема обеспечивает доставку первичной геологической документации с локальных баз данных геологов-документаторов в центральное хранилище (серверный компьютер) с одной стороны и обновление программного

обеспечения, модификацию структур баз данных и справочников с другой стороны, что обеспечивает целостность распределенной базы данных, единую систему безопасности от несанкционированного доступа, а также уровни логической защиты данных.

В 2011 году на одном из полевых участков при выполнении реальных работ в тестовом режиме была апробирована подсистема полевой документации (рис. 2). Результаты тестирования показали, что разработанная программа позволяет геологу-документатору за один «проход» получить все требуемые стандартные документы в электронном и печатном виде, контролировать разбивку и нумерацию проб (исключает повторы и пропуски номеров проб, некорректный ввод данных), формировать журналы опробования, журналы вложенных контрольных проб, создавать согласованную с заказчиком электронную форму базы данных. Практика использования подобных программ на стадии первичной документации однозначно говорит о перспективности этого направления, так как производительность геолога-документатора в среднем увеличивается в два раза и при этом не теряется требуемая информативность документации, а к контролю ведущего геолога добавляется компьютерный контроль, устраняются ошибки, возникающие при многочисленных переписываниях, набивании и копировании данных. Согласованная структура выходных форм позволяет без дополнительных затрат подключить сформированную (обновленную) базу данных к горно-геологическим системам и оперативно обрабатывать полученную информацию и, при необходимости, вносить поправки в проект геологоразведочных работ.

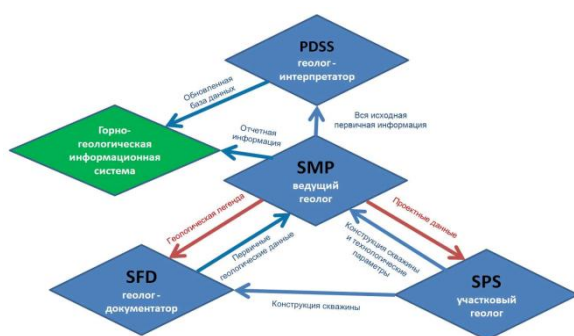


Рис. 1 Схема взаимосвязей в структуре геологической службы и управление обменом геологическими данными

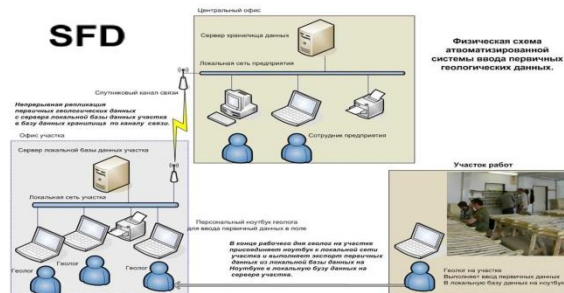


Рис. 2 Схема работы подсистемы полевой документации (SFD)

Таким образом, ЗАО «Сибгеоконсалтинг» сохраняет лучшие традиции отечественной геологической науки, внедряя и используя в работе самые современные информационные технологии, соблюдает все требования российской и зарубежной методики проведения ГРП.

ТУМАНЫ ТОМСКОЙ ОБЛАСТИ В СОВРЕМЕННЫЙ ПЕРИОД А.В. Кустова

Научный руководитель доцент Г.Г. Журавлев

Национальный исследовательский Томский государственный университет, г. Томск, Россия

Туман является одним из наиболее опасных атмосферных явлений для всех видов транспорта и других отраслей народного хозяйства [1, 2]. Материалом для исследования послужили данные метеорологических ежемесячников за период с 1966 по 2008 годы по 23 станциям Томской области.

В обработку были включены: туманы (т), туманы просветивающие (тп), туманы ледяные (тл), туманы ледяные просветивающие (тлп), туманы поземные (тз), туманы ледяные поземные (тлз) и туманы в окрестности станции (тос). Включение туманов в окрестности станций (тос) вызвано тем фактом, что при размещении и строительстве различных объектов, на режим работы которых отрицательно влияет туман, большое значение приобретает вопрос образования тумана не только в районе самого объекта, но и о возможном выносе тумана ветром из прилегающей к объекту местности. Днем с туманом считается день, в течение которого отмечен хотя бы один из перечисленных видов тумана.

Анализ данных показал, что среднее многолетнее число дней с туманом за каждый месяц по территории области меняется в широких пределах от 0 (Ванжиль-Кынак) до 5,7 дня (Средний Васюган). Сравнение числа дней с туманом в холодный и теплый периоды показывает, что наибольшее число дней наблюдается в теплый период года. Для территории Томской области характерен тип распределения с одним максимумом в летнее время (август), рисунок 1. В течение холодного периода туманы наблюдаются значительно реже, а в отдельных пунктах не ежегодно. С октября по март, в среднем, бывает от 0,6 до 6,3 дня с туманом, с апреля по сентябрь – от 4,4 до 15,8 дней. Среднегодовое число дней с туманом меняется в более узких пределах: от 0,4 на станции Ванжиль-Кынак до 1,6 на станции Средний Васюган.

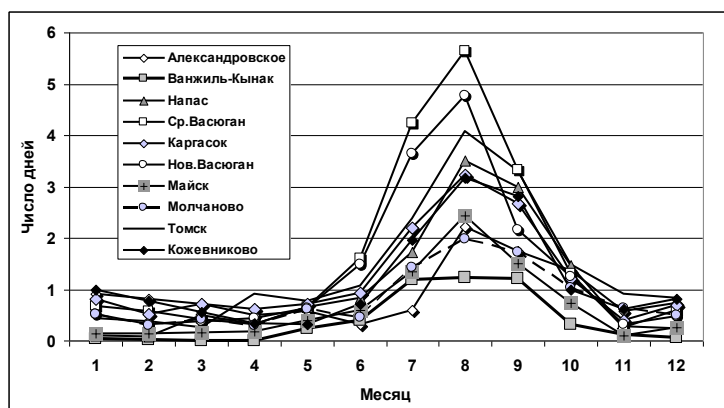


Рис. 1. Распределение числа дней с туманом по территории по месяцам

Изучение динамики изменения числа дней с туманом выявило, что в последние годы (по отношению к периоду 1966-1990г.г.) среднее число дней с туманом в год на территории Томской области уменьшилось повсеместно. Для станции Томск среднее количество дней с туманом в год за период 1966-1990 года составляло 17,5 дней, а с 1991-2008 год – 16 дней. Особенно это заметно для станции Ванжиль-Кынак, среднее число дней с туманом за период 1966-1990 года составляло 7,6 дней, а с 1991-2008 год – 1 день. На рисунке 2 приведена динамика числа дней с туманами для станции Ванжиль-Кынак. Выяснение причин таких изменений требует дальнейших исследований, одной из возможных причин может служить повышение средней температуры на станциях Томской области.

В связи с большой изменчивостью числа дней с туманом, представляло интерес рассмотрение повторяемости различного числа дней с туманом по градациям. Вероятность отсутствия тумана (градация 0) меняется от 81,3% на станции Ванжиль-Кынак до 44,4% на станции Томск, вероятность градации 1-2 дня составляет 2,2-13,4 %, 3-4 дня 0,2-8,2 %, 5-6 дней 0,2-3,9 %, 7-8 дней 0-2,3 %.

Для построения карт пространственного распределения числа дней с туманом по территории Томской области был использован модуль геостатистического анализа (Geostatistical Analyst) ГИС-программы ARCGIS 9.3. Используя измеренные значения в опорных точках, с помощью модуля Geostatistical Analyst можно интерполировать значения в других точках в пределах данной территории, для которых измерения не проводились. Инструменты исследовательского анализа пространственных данных, включенные в модуль Geostatistical Analyst, применяются для оценки статистических свойств данных, таких как изменчивость, их зависимость и глобальные тренды. Геостатистический анализ данных происходит в два этапа: 1) моделирование вариограммы или ковариации для анализа свойств поверхности, и 2) кригинг.

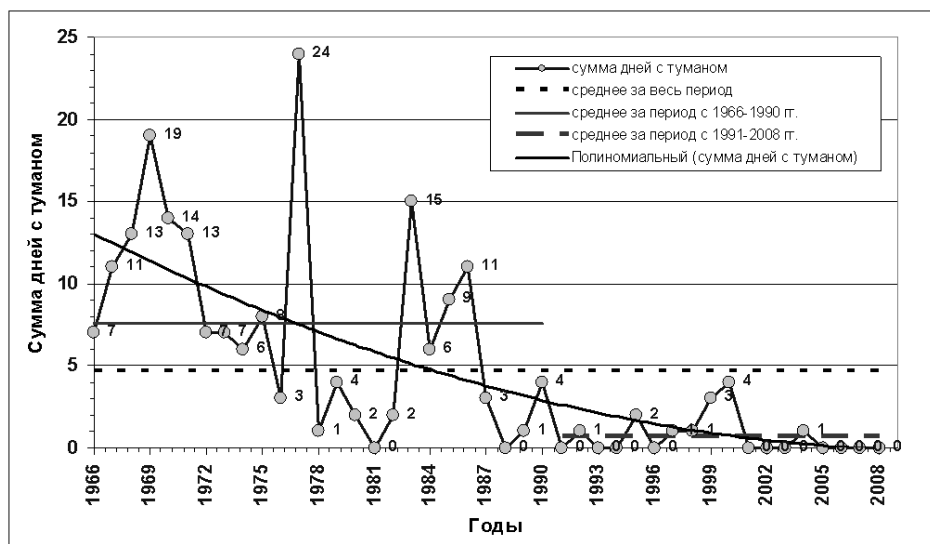


Рис. 2. Динамика числа дней с туманом за год (Ванжиль-Кынак)

В модуле Geostatistical Analyst возможно использование целого ряда методов, основанных на кригинге, включая методы ординарного, простого, универсального, индикаторного, вероятностного и дизъюнктивного. При построении карты использовался геостатистический метод интерполяции – ординарный кригинг. Этот метод, как интерpolator, не выдвигает к данным требования нормальности распределения. Но для создания карт

вероятности и карт квантилей подчинение данных этому закону является обязательным, поэтому была проведена проверка “нормальности” распределения данных.

Анализ исходных данных показал, что распределение соответствует логнормальному распределению. Для приведения данных к нормальному виду, было использовано логарифмическое преобразование. Кроме этого, в исходных данных присутствует тренд, представляющий собой неслучайную (детерминистскую) составляющую поверхности, которая может быть описана какой-либо математической формулой. Учитывая это, при интерполяции учитывалось наличие тренда, который был представлен полиномом второй степени.

Для оценки пространственного распределения туманов были построены карты-схемы распределения средней продолжительности туманов по месяцам и за год. На рисунке 3 приведена карта-схема распределения среднегодового числа дней с туманом на территории области в августе.

Выделяется зона с повышенной продолжительностью числа дней с туманом, она расположена в районе Большого Васюганского болота. Минимальная продолжительность числа дней с туманом отмечена на северо-востоке области, в районе станции Ванжиль-Кынак.

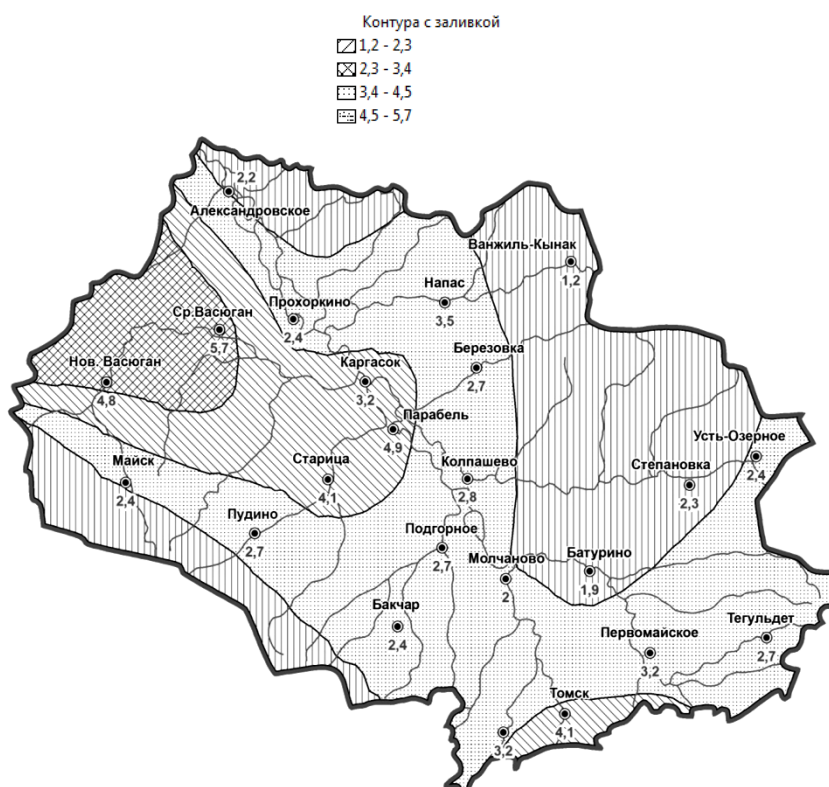


Рис. 3. Распределение числа дней с туманом по территории Томской области (август)

Литература

1. Дробышев А.Д., Кошинский С.Д., Корулина Л.Г., Лучицкая И.О. Опасные явления погоды на территории Сибири и Урала. Часть 1.– Л.: Гидрометеиздат, 1979. – 382 с.
2. Бёер В. Техническая метеорология. – Л.: Гидрометеиздат, 1966. – 292 с.

ПРИМЕНЕНИЕ ГЕОИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ ПРИ АКТУАЛИЗАЦИИ КАДАСТРОВОЙ ОЦЕНКИ ЗЕМЕЛЬ НАСЕЛЕННЫХ ПУНКТОВ В ПЕРМСКОМ КРАЕ

А.Ф. Орлов

Научный руководитель доцент А.Н. Поносов

Пермская государственная сельскохозяйственная академия, г. Пермь, Россия

Необходимость в результатах объективной стоимостной оценки земельных ресурсов очевидна. Такая оценка является одним из важнейших условий нормального функционирования и развития экономики и общества, основой эффективного управления земельными ресурсами, осуществления рациональной земельной и налоговой политики, становления цивилизованного земельного рынка.

Государственная кадастровая стоимость земельных участков является налогооблагаемой базой, а значит должна наиболее точно отображать качественные характеристики земель. Все собственники земельных участков,

арендаторы заинтересованы в том, чтобы величина земельных платежей была обоснованной. Кадастровая оценка земель населенных пунктов в субъектах РФ проводится не реже 1 раза в пять лет. Она производится при наличии электронного планово-картографического материала, который должен содержать обновленную и достоверную информацию о земельных ресурсах в оцениваемом регионе страны. Поэтому очень важное место в оценке земель населенных пунктов и иных категорий земельного фонда занимают геоинформационные системы (ГИС), применение которых при оценке земель заметно сказывается на производительности и достоверности оценочных работ.

В качестве базового подхода при разработке программного продукта по кадастровой оценке принята концепция ГИС, предполагающая пространственное размещение описываемых объектов и их координатную привязку на местности. Использование данной концепции определяется требованиями, которым она должна удовлетворять, а именно, земельный ресурс должен быть представлен в графическом виде в совокупности с семантическими данными. Графическое представление должно быть организовано в виде плоскостной и пространственной модели с возможностью определения координат при указании любой точки на экранном отображении этой модели.

Земельно-кадастровая информация, положенная в основу оценки может быть получена различными способами. Применение того или иного способа зависит от условий проведения учета, его задач и специфики учетных данных. Сведения получают путем съемок, обследований, обмеров, инвентаризации и мониторинга земель.

Количественные данные, характеризующие площади земельных участков получают с планово-картографического материала, представляющего пространственную часть земельно-кадастровой информации.

Качественные показатели о природных свойствах, правовом статусе и хозяйственном использовании земельных участков определяют на основе данных единого государственного реестра земель, вошедшего в кадастр недвижимости, а также по материалам дополнительных обследований.

Основная цель применения ГИС в земельно-оценочных работах, а также при актуализации результатов оценки, полученных на предыдущем этапе, состоит в формировании пространственно-аналитического обеспечения установления влияния кадастровой информации, условий рыночной среды на показатели стоимости земель под определенным видом использования.

Среди главных задач ГИС при актуализации кадастровой оценки земель населенных пунктов можно выделить следующие:

- обновление планово-картографического материала на основе послойной обработки данных;
- оперативное информационное обеспечение кадастровой оценки сведениями, содержащимися в реестрах государственного кадастра недвижимости;
- автоматизированное проведение геометрических измерений с одновременным занесением сведений в базы данных;
- ведение пространственного анализа территории с выявлением характеристик и показателей, влияющих на кадастровую (рыночную) стоимость земельных участков.

Автоматизированный программный комплекс кадастровой оценки земель должен обеспечивать сопряжение семантической и картографической информации, осуществлять автоматический контроль вводимой информации с оперативным отображением на карте, выводить информацию по иерархическим уровням (до отдельного земельного участка с находящимися на нем объектами недвижимости), а также по слоям, группам слоев и т.п., получать результаты по установленным отчетным формам, производить построения графических изображений.

Особенно важным представляется взаимодействие программного комплекса по кадастровой оценке земель с модулем «Моделирование и выдача кадастровой информации», который должен предусматривать пространственное моделирование геометрических параметров объектов кадастрового учета, статистическую обработку семантических кадастровых данных, выдачу картографического отображения объектов и статистических данных в виде и формах, определяемых запросами пользователей. В модуле должна быть предусмотрена возможность объединения, генерализации и обобщения геометрических параметров объектов кадастра, их редактирование для решения следующих прикладных задач:

- пространственное и имитационное моделирование кадастровой информации;
- аналитические расчеты с использованием математических моделей;
- получение статистической информации на заданную территорию, класс объектов, кадастровую учетную единицу или их совокупность [1].

В ноябре 2011 года в Пермской крае завершены работы по государственной кадастровой оценке земель населенных пунктов. На рисунке изображен пример работы с графической составляющей в программном комплексе MapInfo при оценке земель населенных пунктов на территории Краснокамского муниципального района Пермского края. Набор инструментов в MapInfo позволяет быстро и точно провести геометрические измерения на карте с отображением соответствующих значений (расстояний от административного центра поселения и величин удельного показателя кадастровой стоимости).

Информационный прогресс постоянно движется вперед. Сегодня разработчиками программного обеспечения в области ГИС предоставляется огромное множество удобных в пользовании программ. В последних версиях программного обеспечения в области геоинформационных систем появляются новые инструменты, упрощается интерфейс, расширяются аналитические возможности и т.д. Однако большой проблемой является то, что проекты создания геоинформационных систем отличаются большим разнообразием и несогласованностью. В разных регионах РФ при кадастровой оценке земель населенных пунктов используются

решения на разных ГИС-платформах, таких как ESRI, MapInfo, Intergraph, ObjectLand других. В связи с чем наблюдается определенная проблема применения ГИС как при самой кадастровой оценке земель населенных пунктов, так и при актуализации ее результатов, заключающаяся в отсутствии единства форматов данных, возможности взаимодействия и интеграции сведений в рамках стандартных пользовательских функций.

Оценка важности пространственных данных и функций ГИС при кадастровой оценке должна иметь приоритетный характер. В связи с этим ужесточаются требования к точности позиционирования и взаимному положению земельных участков, а также разработке расчетно-аналитической составляющей специализированного программного комплекса.

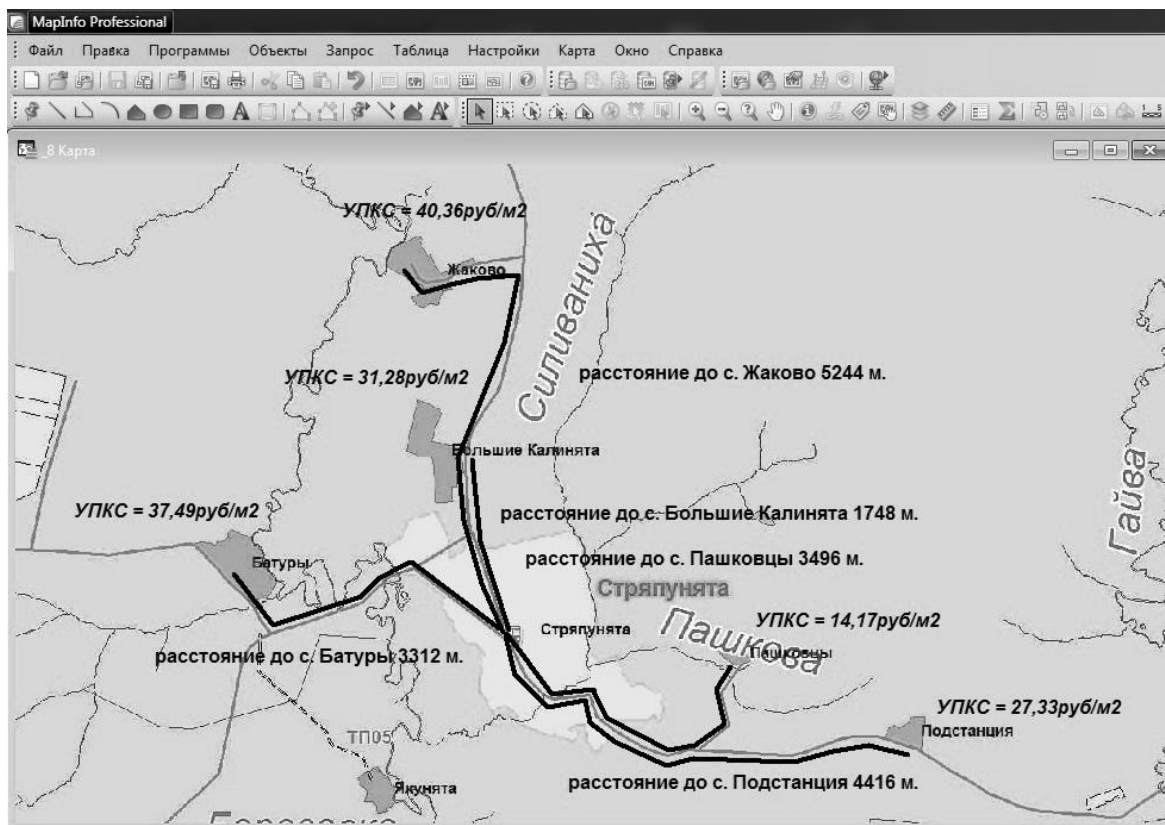


Рис. Анализ местоположения сельских населенных пунктов Краснокамского муниципального района Пермского края (на примере MapInfo)

Литература

1. Варламов А.А., Севостьянов А.В. Земельный кадастр: В 6 т. Т. 5. Оценка земли и иной недвижимости. – М.: КолосС, 2006. – 265 с.

ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЙ ПОДХОД К АНАЛИЗУ СВОЙСТВ НЕФТЕЙ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ Т.О. Перемитина

Научный руководитель заведующая лабораторией И.Г. Яценко
Институт химии нефти Сибирского отделения Российской академии наук, г. Томск, Россия

Представление о путях эволюции органического вещества в породах, приводящих к образованию нефтяных месторождений, во времени и пространстве можно составить, сравнивая нефти с неодинаковыми условиями формирования, применяя современные методы геоинформационных систем (ГИС). Процессы формирования нефтей протекают в неодинаковых условиях, определяемых варьируемыми во времени и пространстве разнообразными факторами. Выявление зависимости значений физико-химических параметров нефтей от условий их формирования требует сравнения большого количества образцов. Для получения достоверных результатов анализа каждый образец нефти описывается 10–25 параметрами.

Для анализа многомерных массивов данных широкое применение получил метод главных компонент (МГК), позволяющий сократить размерность исходного признакового пространства путем перехода к новым, обобщенным переменным, называемым главными компонентами [1]. Такие природные объекты, как нефть, имеют выраженные пространственные свойства, учет которых позволяет получать в условиях недостаточности

количественных данных более полное представление об их особенностях. Однако применение традиционной процедуры обработки данных методом главных компонент не позволяет учитывать пространственные особенности нефти, в связи с этим предложен новый геоинформационный подход к комплексному анализу многомерных данных о пространственных объектах исследования.

В основу процедуры комплексного анализа многомерных данных положен подход, основанный на сочетании метода пространственного анализа данных (МПА) и анализа данных методом главных компонент (МГК). Проведение пространственного анализа объектов предполагает разделение всех объектов на однородные группы с использованием средств геоинформатики и цифровых тематических карт. Каждая цифровая тематическая карта отражает определенные пространственные свойства объектов, поэтому совмещение нескольких карт позволяет получать более точные результаты пространственного анализа. В результате такого совмещения выявляются зоны перекрытия исследуемых областей, на основании которых можно производить разделение объектов на однородные группы [2].

На основе схемы комплексного анализа пространственно-распределенных объектов разработан программный комплекс, который включает (рис.1): модуль интерфейсов, модуль пространственного анализа (ПА) данных, модуль анализа методом главных компонент и модуль графического отображения [3].



Рис. 1. Структура программного комплекса анализа пространственно-распределенных объектов

С применением геоинформационного подхода, проведен анализ многомерных данных о физико-химических свойствах нефтей Западно-Сибирской нефтегазоносной провинции. Данные по нефтям были взяты из базы данных по физико-химическим свойствам нефтей, создаваемой более 20 лет в ИХН СО РАН, которая в настоящее время включает около 20400 записей по всем основным нефтеносным бассейнам мира, из них более 3000 записей относятся к нефтям Западно-Сибирской нефтегазоносной провинции (ЗС НГП).

Для исследования были отобраны данные 200 образцов нефтей нижней и средней юры ЗС НГП, которая приурочена к Западно-Сибирской равнине (площадь около 1,6 млн. км²) охватывающей территории Тюменской, Омской, Новосибирской, Томской областей и др. Огромная территория провинции делится на ряд нефтегазоносных областей, для каждой из которых характерен определенный набор продуктивных стратиграфических комплексов. На территории провинции разведано большое количество месторождений, основными продуктивными комплексами которых являются триасовые, юрские и меловые отложения. Исследуемые образцы нефтей описываются 17 физико-химическими характеристиками:

1. температура пласта (°С);
2. давление пласта (МПа);
3. содержание газа в нефти (м³/т);
4. вязкость нефти при 20°С (мм²/с);
5. вязкость при 50°С (мм²/с);
6. плотность нефти (г/см³);
7. содержание твердого парафина в нефти (%);
8. содержание общей серы в нефти (%);
9. содержание общего азота (%);
10. содержание силикагелевых смол в нефти (%);
11. содержание асфальтенов (%);
12. содержание асфальто-смолистых веществ (%);
13. коксуемость нефти (%);
14. содержание фракции н.к. – 200°С (% масс.);
15. содержание фракции н.к. – 300°С (% масс.);
16. содержание фракции н.к. – 200°С (% объем.);

17. содержание фракции н.к. – 300°C(% объем).

На первом этапе проводился МГК-анализ данных, где первая главная компонента (ГК 1) составила 60% дисперсии, ГК 2 - 20% дисперсии. В первый класс вошли 4 образца, во второй класс – 180 образцов, в третий класс – 14 образцов, в четвертый – 2 образца (рис.2).

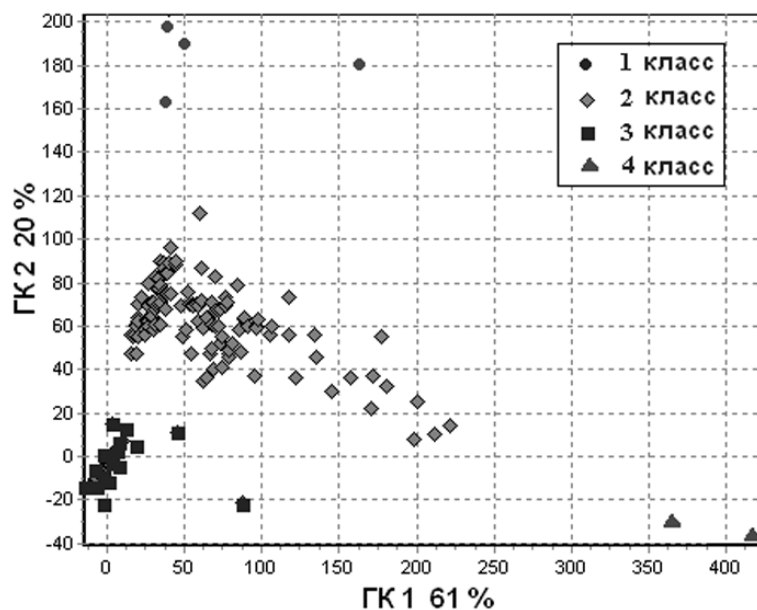


Рис. 2 Результаты классификации в пространстве двух главных компонент

Для проведения пространственного анализа результатов эвристической классификации использована карта фациального районирования нижней и средней юры ЗС НГП [4], на основе которой была создана цифровая карта фациального районирования нижне-среднеюрских отложений на территории ЗС НГП. Далее результаты классификации в пространстве двух главных компонент были экспортированы в ГИС и четыре класса образцов отображены на цифровой карте разными цветами.

Для выявления наиболее значимых показателей для каждого класса был проведен анализ нагрузок на ГК 1, которые составляют в среднем 60% для каждого класса. Сравнение нагрузок показало сходство значений первых трех классов и значимое отличие четвертого класса. Для классов 1–3 наибольшее значение нагрузки имеет третий параметр – содержания газа в нефти. Для 4^{го} класса максимальное значение имеет нагрузка четвертого параметра – вязкость нефти при 20°C. Эти характеристики являются наиболее значимыми параметрами для своего класса.

Таким образом, применение геоинформационного подхода показывает, что между выделенными группами образцов имеется статистически значимое отличие по условиям генезиса. Предложенный подход позволил разделить образцы нефтей на классы по их фациальным типам, отражающим источники генерации и формирования залежей углеводородов. Совместное применение пространственного анализа и МГК дает возможность определять наиболее значимые характеристики образцов исследования для каждой выделенной группы.

* Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ № 11-05-98023-р_сибирь_a

Литература

1. Дубров А.М. Обработка статистических данных методом главных компонент. – М.: Статистика, 1978. – 135 с.
2. Кошкарёв А.В., Тикунов В.С. Геоинформатика. – М.: Картгеоцентр-Геодезиздат, 1993. – 213 с.
3. Перемитина Т.О., Полищук Ю.М. Комплексный анализ многомерных данных на основе метода главных компонент // Официальный бюллетень Российского агентства по патентам и товарным знакам. – М., 2002. – №3. – С. 109 – 110.
4. Сурков В.С., Серебренникова О.В., Казаков А.М., Комаров А.В., Тищенко Г.И. Седиментогенез и геохимия нижне-среднеюрских отложений юго-востока Западной Сибири. – Новосибирск: Наука, 1999. – 212 с.

ДЕТАЛЬНОЕ КАРТИРОВАНИЕ ПРОМЫШЛЕННЫХ ТИПОВ РУД КИМБЕРЛИТОВОЙ ТРУБКИ «ЮБИЛЕЙНАЯ» С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ГГИС

А.Х. Петров

Научный руководитель профессор В.А. Макаров
Сибирский Федеральный университет, г. Красноярск, Россия

Кимберлитовая трубка Юбилейная расположена на севере Мирнинского района Республики Саха (Якутия) на территории деятельности Айхальского ГОКа АК "АЛРОСА". Она находится в пределах Алаakit-Мархинского кимберлитового поля, расположенного в юго-западной части Далдыно-Алаakitского алмазоносного района.

На стадии детальной разведки трубка Юбилейная разведана до глубины 430 м от поверхности. Промышленные запасы по категориям В+С₁ и утверждены в ГКЗ СССР в августе 1978 г. Вскрышные работы на месторождении ведутся с 1985 г, а добыча открытым способом с 1989 г.

Кимберлитовая трубка Юбилейная прорывает толщу нижнепалеозойских субгоризонтально залегающих пород осадочного чехла, представленных отложениями кембрия, нижнего и среднего ордовика, нижнего силура. Вмещающие трубку карбонатные породы прослежены скважинами детальной разведки на глубину 1200 м. В плане трубка имеет близкую к грушевидной удлиненную форму, длинная ось которой протягивается в северо-восточном направлении (рис.1, А).

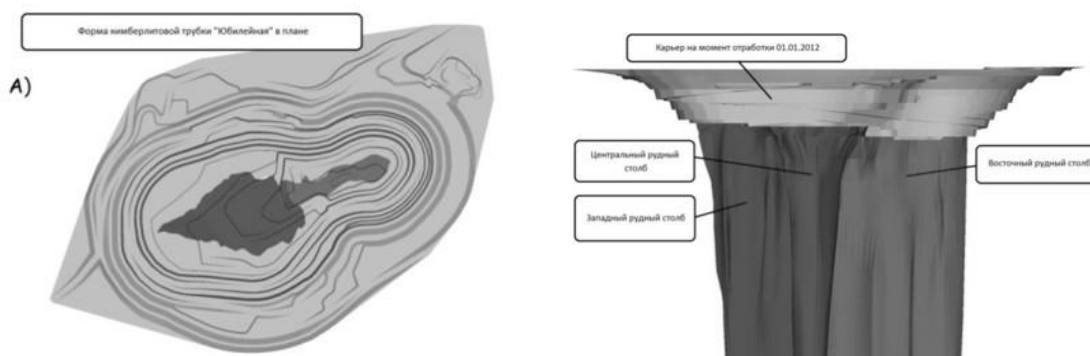


Рис.1. Форма кимберлитовой трубки «Юбилейная» в плане (А) и положение рудных столбов (В)

Трубка представляет собой некоеобразное тело (центральная часть диатремы), рассеченное дайками (на флангах диатремы), формирующие в структуре трубки три обособленных рудных столба (рис.1, Б). По данным эксплуатационной разведки кимберлитовые породы разделены на четыре промышленных типа руд, основным показателем для выделения которых является алмазоносность. Алмазоносность различных типов кимберлитов отражена в таблице.

Таблица

Типы кимберлитов и их алмазоносность

Рудные столбы, фации	№ блока	Типы руд	
		Балансовые	Забалансовые
Кратерная фация	2-В	кимберлитовые туфобрекчии	Крупные ксенотуфобрекчии, кимберлиты, ксенолиты, такситовые
	6-В	кимберлиты зоны смешения	-//-
Центральный р. столб	7, 10, 13	автолитовые кимберлитовые брекчии	Нет
Западный р. столб	1, 5, 9, 12	трещиноватые кимберлиты порфиоровые	Нет
Восточный р. столб	8, 11, 14	-//-	Нет

Для эффективного управления запасами в процессе эксплуатации, а также при текущем и перспективном планировании добычных работ в карьере, встал вопрос о детальном картировании промышленных типов руд. Была построена блочная модель, которая создавалась заполнением блоками замкнутой каркасной модели трубки, созданной ранее. Из доступных вариантов оценки был использован метод обратно взвешенных расстояний с использованием динамического поиска, так как данная оценка позволяет более корректно оценить содержание полезного компонента в трехмерном пространстве. Также была построена геологическая модель с подробным картированием промышленных типов кимберлитов в трубке взрыва (рис.2).

Исходя из созданной модели геологического строения месторождения, мы можем сделать несколько выводов.

Верхняя часть диатремы является верхней приконтактной зоной трубки. Данный вывод исходит из того, что в приповерхностной части диатремы можно наблюдать блок с содержанием большого количества крупных ксенолитов осадочных пород, сцементированных кимберлитовой брекчией, иногда автолитовой кимберлитовой брекчией. По количеству ксеногенного материала данный блок соответствует приконтактным зонам кимберлитовой трубки.

Более половины трубки, сложено автолитовой кимберлитовой брекчией. Автолитовая кимберлитовая брекчия, наиболее богатая по содержанию алмазов руда, распространена на верхних горизонтах месторождения, а также локализуется в восточной части Центрального рудного столба.

Порфиновый кимберлит, менее алмазоносный, наибольшее распространение имеет в Восточном рудном столбе. В Центральном рудном столбе оба промышленных типа встречаются, в основном, в виде обособленных блоков, а также в виде зон смешения.

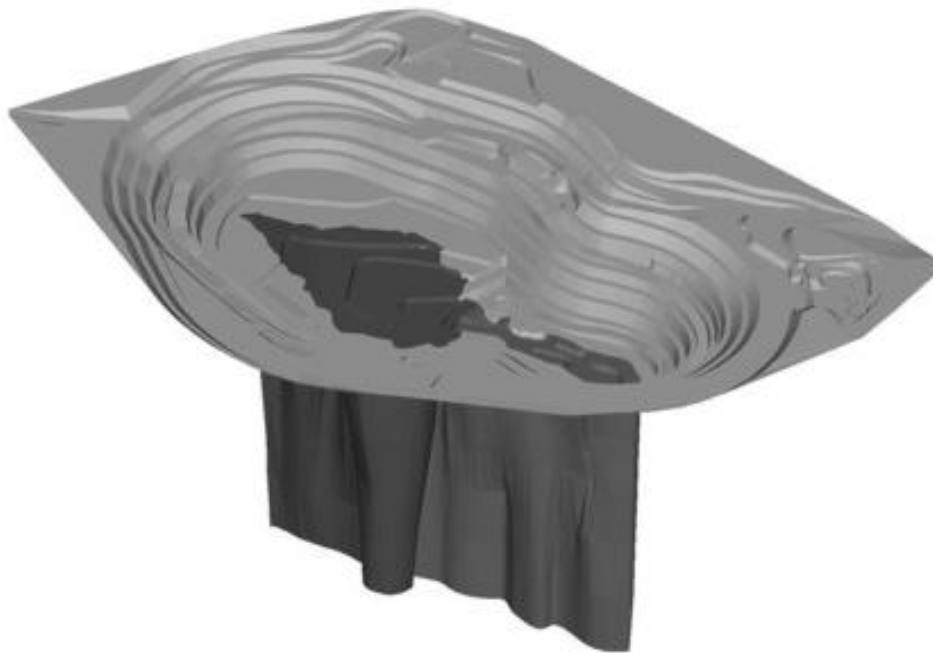


Рис. 2 Трехмерная модель кимберлитовой трубки «Юбилейная»

Кимберлитовая брекчия картируется обычно вблизи контактов рудного тела с вмещающими породами. Содержащийся в ней ксеногенный материал, представленный крупнообломочным материалом глинисто-карбонатных пород, варьирует в пределах от 10 до 50%. Связующей массой является порфиновый кимберлит с массивной текстурой. Алмазоносность данного промышленного типа руды обычно слабая и зависит от насыщенности ксеногенным материалом.

ПРИМЕНЕНИЕ ГЕОИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ДЛЯ СБОРА, ХРАНЕНИЯ, ОБРАБОТКИ ДАННЫХ НА МЕСТОРОЖДЕНИИ, ОТРАБАТЫВАЕМОМ МЕТОДОМ СКВАЖИННОГО ПОДЗЕМНОГО ВЫЩЕЛАЧИВАНИЯ

М.А. Рудмин¹

Научные руководители профессор М.Д. Носков², доцент А.Д. Истомин²

¹ *Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия*

² *Северский технологический институт Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ», г. Северск, Россия*

В настоящее время метод скважинного подземного выщелачивания является распространенным способом разработки месторождений полезных ископаемых, что объясняется его преимуществами в сравнении с подземными и открытыми горными способами [4]. При этом процесс разработки месторождения сопровождается анализом большого объема разнородных геолого-геофизических данных, получаемых в ходе поисков и разведки месторождений. Таким образом, в целях повышения оперативности работ эффективно применение информационных систем для сбора, хранения и обработки геологических данных. Пользующиеся наибольшим распространением геоинформационные системы (Surpac, Micromine, Datamine, Gemcom, и др.) предназначены для использования на месторождениях, обрабатываемых традиционными горными способами. Поэтому актуальным является применение информационной системы, учитывающей специфические особенности объекта и метода его разработки.

В настоящей работе описано применение геоинформационной системы «ГНОМ» (Геолого-математическая Нормативная Обработка Материалов) для оценки запасов урана на месторождении, разрабатываемом методом скважинного подземного выщелачивания. Геоинформационная система «ГНОМ», созданная совместными усилиями научных сотрудников Северского технологического института НИЯУ «МИФИ» и специалистов Юрской партии № 71 УФ «Зеленогорскгеология» ФГУПП «Урангео» в сотрудничестве со специалистами добывающего предприятия ЗАО «Далур» [1-3].

Работа в данной системе, с целью оценки запасов, выполняется по следующей методике: сбор и интерпретация геологической информации, построение геотехнологических разрезов, выделение рудных пересечений, оконтуривание технологических блоков, подсчет запасов (одним или несколькими способами).

Сбор и интерпретация геологической информации осуществляется в модуле «электронный паспорт скважин», который состоит из четырех блоков. **Блок ввода** позволяет вводить основные данные по буровым скважинам (координаты устья, инклинометрия, описание керновых рейсов, технические характеристики). **Блок импорта** данных позволяет импортировать в базу исходных данных результаты геофизических исследований скважин (гамма-каротаж, кажущееся сопротивление и др.). **Блок анализа и интерпретации** позволяет пользователю с использованием интерфейса провести обработку исходных данных по скважине, рассчитать координаты ствола скважины по данным инклинометрии. На основе анализа результатов геофизических исследований скважин и документации керна проводится геолого-геофизическая интерпретация, определяются (по параметрам керна) литологические и минералогические особенности интервалов, стратиграфическая колонка, геотехнологические типы разреза, выделяются рудные интервалы в соответствии с принятыми для данного месторождения кондиционными лимитами. Значения кондиционных лимитов (бортовое содержание, минимальный линейный запас и др.) для каждого месторождения хранятся в соответствующей базе данных и могут редактироваться пользователем с помощью диалога блока анализа и интерпретации. **Блок представления** результатов позволяет на основе информации базы исходных данных, базы результатов анализа и интерпретации по скважинам построить геологическую колонку (рис.) и геологическую колонку рудовмещающего горизонта по скважине. Построенные колонки могут быть распечатаны на принтере или плоттере в любом масштабе, а также сохранены в векторном графическом файле в формате EMF или SVG [3].

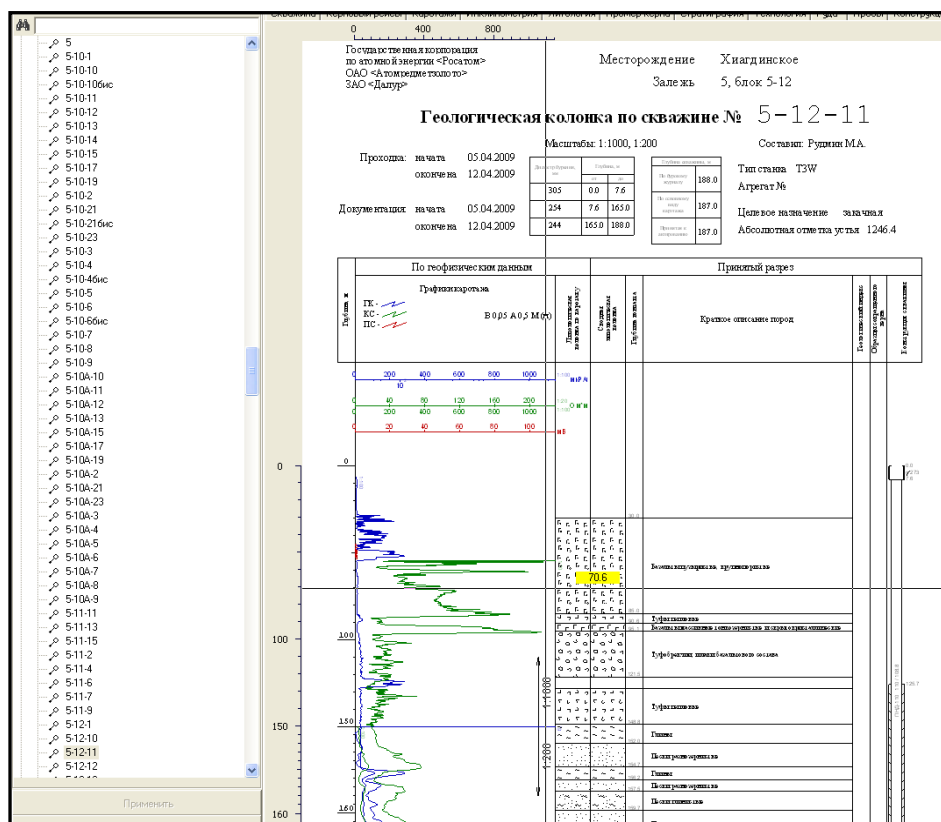


Рис. Геологическая колонка по скважине, построенная с использованием геоинформационной системы «ГНОМ»

Построение геотехнологических разрезов производится в соответствующем модуле «Геотехнологические разрезы». Вводится или редактируется список скважин, отображаемых на разрезе, рассчитывается методом наименьших квадратов (МНК) уравнение линии профиля разреза. Далее строится геотехнологический горизонт (связываются технологические интервалы) и рудное тело (связываются

объединенные рудные интервалы). После выполненных операций программа визуализирует данные в виде геотехнологических разрезов.

Выделение рудных пересечений, оконтуривание технологических блоков, количественный расчет запасов осуществляется в модуле «подсчет геотехнологических показателей» [3]. Формируются рудные пересечения различного типа (баланс, забаланс, технологический забаланс), подсчетные и технологические блоки. При этом для подсчета запасов в геоинформационной системе «ГНОМ» используется метод геологических блоков в проекции на горизонтальную плоскость, с тремя разновидностями, отличающимися способом оценки распределения величин (геотехнологических параметров) на подсчитываемой площади: линейный, полигонов Вороного и геостатистический.

Линейный способ (рабочее название) является более традиционным (апробирован в ГКЗ при защите запасов Далматовского месторождения урана геологоразведочной партии №71), заключается в разделении площади на блоки и ячейки, в пределах которых считаются средневзвешенные показатели (после «срезания» ураганов) по пересечениям, попавшим в контур ячейки. При этом не учитывается влияние каждой пробы на остальные.

Способ полигонов Вороного отражается в разбиении площади на многогранники (ячейки). При этом под ячейкой Вороного понимается геометрическое место точек, соответствующих забоям скважин внутри границы блока, которые находятся к какой-либо скважине ближе, чем к любой другой скважине. Затем в каждом из таких полигонов вычисляются необходимые параметра, после чего показатели ячеек суммируются в пределах определенного блока.

Геостатистический способ с применением обычного кригинга или обратно взвешенных расстояний заключается в создании двухмерной модели распределения величины (метропроцент, эффективная мощность) на основе которой рассчитываются основные параметры подсчетного блока. Для восстановления распределения настраивается гистограмма значений и подбирается модель вариограммы. Данный способ позволяет более точно оценить промежуточные значения геологических величин между фактическими рудными пересечениями, относящимися к расчетной сети [5].

С помощью геоинформационной системы была произведена оценка запасов урана для пятой залежи Хиагдинского месторождения (Витимское плоскогорье). Рудная минерализация данного месторождения приурочена к водопроницаемым терригенным осадкам платформенного чехла. Месторождение разрабатывается методом скважинного подземного выщелачивания. Оценка запасов начиналась со сбора данных (оцифровки результатов бурения и геофизических работ), которые впоследствии интерпретировались с учетом кондиций на данном месторождении, после чего по скважинам проводилось построение геотехнологических разрезов. По геотехнологическим разрезам выделялись рудные пересечения, затем осуществлялось оконтуривание технологических блоков и подсчет запасов тремя, вышеописанными, способами. Расхождение запасов, полученных разными способами (линейным, полигонов Вороного и геостатистическим), относительно друг друга не превысило 4 %.

В результате был сделан вывод, что использование геоинформационной системы «ГНОМ» для оценки запасов на месторождениях, обрабатываемых методом подземного выщелачивания, является достаточно приемлемым и позволяет значительно сократить затраты времени и труда.

Литература

1. Истомин А.Д., Ладейщиков А.В., Носков М.Д., Чеглоков А.А. Применение геологической геоинформационной системы при проведении геологоразведочных работ на инфильтрационном месторождении урана // Разведка и охрана недр. – Москва, 2011. – №9. – С. 3 – 6.
2. Чеглоков А.А., Истомин А.Д., Ладейщиков А.В., Лаптев Ю.И., Носков М.Д. Опыт применения геологической геоинформационной системы при разведке и разработке месторождений методом ПСВ // Актуальные проблемы урановой промышленности: VI Междунар. науч. практ. конф., 14–16 сент. Сб. докл. – Алматы: ТОО «Adem Print», 2010. – С. 307 – 313.
3. Истомин А.Д., Носков М.Д., Чеглоков А.А. Информационное обеспечение геологоразведочных работ на инфильтрационном месторождении урана // Известия Томского политехнического университета. – Томск, 2009. – №5. – С. 85 – 90.
4. Мамилев В.А., Петров Р.П., Шушания Г.Р. и др. Добыча урана методом подземного выщелачивания. – М.: Атомиздат, 1980. – 248 с.
5. Матерон Ж. Основы прикладной геостатистики. – М.: Мир, 1968. – 407 с.

ОСОБЕННОСТИ ПОСТРОЕНИЯ КАРТЫ ПРОСТРАНСТВЕННОГО ИЗМЕНЕНИЯ ПЛОТНОСТИ ПРИРОДНОЙ ЭНЕРГИИ

К.А. Семенова

Институт мониторинга климатических и экологических систем Сибирского отделения Российской академии наук, г. Томск, Россия

Современная методология экономики природопользования практически не учитывает вклад природы в производство материальных ценностей. Между тем все практические результаты человеческой деятельности одновременно являются и результатами деятельности природы. Доля же вкладываемой человеком энергии в производство продукта намного меньше доли энергетических затрат природных систем, что в условиях

нарастающего антропогенного давления на окружающую среду требует ввести в экономическую оценку экологическую составляющую, а экономические показатели, кроме денежного, привести еще и к энергетическому эквиваленту. Энергетическая оценка, по нашему мнению, является единственной мерой, которая объективно отображает вклады человеческого труда, применяемой им техники и вклад природы в производство продукции. Она же позволяет оценить реальную стоимость природных ресурсов, например, почвы и растительности, атмосферных осадков и пр., и с помощью энергетической меры можно сравнить эффективность функционирования разнородных систем – и природных, и промышленных, и сельскохозяйственных.

Энергетический анализ также дает возможность количественно оценить экологическую емкость природных систем, функционирующих в разных природно-климатических условиях, проследить их пространственную изменчивость и количественно определять вносимую в производство конечной продукции долю антропогенной и природной энергии. В зависимости от изменения климатических условий, вклад антропогенной и природной энергии варьируется, и эти значения особенно важны для анализа потоков внутри экосистемы. Сравнение выходного и входного энергетических потоков позволяет выявить потери в процессе природопользования, установить действительные показатели расхода энергоресурсов. Актуальность данных исследований подчеркивается нарастанием климатических изменений и увеличивающейся вариабельностью гидрометеорологических характеристик, которые непосредственным образом отражаются на динамике и состоянии природных систем. В настоящее время энергетический анализ получил дальнейшее развитие, позволяющее проследить климатообусловленную динамику природных систем.

В лаборатории самоорганизации геосистем Института мониторинга климатических и экологических систем с 2000 года ведутся исследования [5,6], предполагающие разработку методов оценки экологической емкости территории путем определения количества энергии и вещества, образующихся и накапливаемых на определенной площади, которые можно изъять из природных систем, не вызывая ее деградацию.

Основой функционирования экосистем являются потоки энергии (входные и выходные; потоки энергии между составляющими экосистему элементами; взаимопереходы потенциальной и кинетической энергии). К основным потокам энергии природных систем относятся солнечная энергия, производные солнечной энергии – энергия почвенного и растительного покрова, энергия атмосферных осадков, энергия речных потоков и др. Каждый вид потока энергии природной системы количественно и качественно анализируется, приводится к единой энергетической единице с использованием методик Г. Одума [4, 7], А.С. Миндринна [3], Г.А. Булаткина [2], Г.А. Акимовой, В.В. Хаскина [1] и др.

В нашем исследовании поток солнечной энергии определяется с учетом уклонов, альbedo подстилающей поверхности и экспозиции склонов; лесные и растительные ресурсы – через удельную теплотворную способность рабочей биомассы; почвенные ресурсы – на основе энергетической оценки запасов питательных веществ гумуса и затрат на их восполнение; энергия поверхностных вод с учетом поверхностного смыва и расчетов гидropотенциала малых рек. Так, для степной зоны Центрального Казахстана была рассчитана оптимальная величина энергетических затрат для поддержания плодородия темно-каштановых почв, составляющая $3,7 \cdot 10^9$ Дж/га; определена естественная экономия энергии, создаваемая за счет выпадения атмосферных осадков и составляющая $16,4 \cdot 10^9$ Дж/га [6].

Полученные в ходе исследования данные будут представлены в виде серии карт, объединение которых в одну с помощью функций электронных карт позволяет отразить плотность распределения природной энергии, оценить реальный вклад каждого из источников в суммарный энергетический баланс и наглядно представить объективную картину распределения энергии на разных участках территории. Результаты выше описанных действий лягут в основу карты плотности пространственного распределения энергии, накапливаемой экосистемами, использование которой позволит регламентировать природопользование по экологической емкости территории.

С позиций предложенной методологии действительная эффективность любого производства определяется тем энергетическим вкладом, который вносит природная система в его бюджет – с увеличением доли этого вклада эффективность производства растет. Данное обстоятельство является перспективным стратегическим ориентиром в дальнейшей хозяйственной деятельности.

Литература

1. Акимова Т.А., Хаскин В.В. Экономика Природы и Человека. – М.: ЗАО Изд-во «Экономика», 2006. 334 с.
2. Булаткин Г.А. Эколого-энергетические основы воспроизводства плодородия почв и повышения продуктивности агроэкосистем / Автореф. дисс. на соискание уч. степени доктора биол. наук. – М. 2007. 45 с.
3. Миндрин А.С. Энергоэкономическая оценка сельскохозяйственной продукции. – М.: ЦНИИМ, 1997. 294 с.
4. Одум Г., Одум Э. Энергетический баланс человека и природы. – М.: Прогресс, 1978. 275 с.
5. Поздняков А.В., Шуркина К.А. Новый методологический подход к анализу функционирования агроэкосистем // Вестник Томского государственного университета. – Томск, 2008. № 316. С. 206-212
6. Семенова К.А., Поздняков А.В. Энергетический анализ эффективности функционирования агроэкосистем. - Saarbrücken, Germany: LAP LAMBERT Academic Publish.G., 2010. - 124 с.
7. Odum Howard T. Environmental accounting: EMERGY and environmental decision making. N.-Y., 1996. 370 pp.

К КАРТЕ ГИДРОЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО ПОТЕНЦИАЛА РЕК ТОМСКОЙ ОБЛАСТИ

К.А. Семенова

Институт мониторинга климатических и экологических систем Сибирского отделения Российской академии наук, г. Томск, Россия

Развитие малой гидроэнергетики в России было широко развернуто в послевоенные годы. Затем интерес к ней был утрачен в связи с активным строительством крупных гидроэлектростанций. В настоящее время вопрос использования энергии рек возник вновь, что вызвано нарастанием дефицита топливных ресурсов, загрязнением окружающей среды и повсеместным внедрением возобновимых источников энергии.

Преимущества малых гидроэлектростанций очевидны, они сохраняют природный ландшафт и окружающую среду. Качество воды не меняется, в реках сохраняется рыба, обеспечивается водоснабжение населения. Малая гидроэнергетика в отличие от других экологически безопасных возобновляемых источников энергии наименее зависит от погодных условий. Её развитие позволяет экономить органическое топливо в районах удаленных от энергосистем и может быть наиболее приемлемым в экологическом отношении и надёжным источником независимого снабжения электроэнергией отдалённых районов.

Томская область располагает значительными водными ресурсами, использование которых позволяет рассматривать их в качестве источника энергии на ближайшую и отдаленную перспективу.

Для развития малой гидроэнергетики требуется уточнение гидроэнергетического потенциала рек Томской области. Оценка валового энергетического потенциала для территории Томской области затруднена из-за отсутствия полной гидрологической и гидрометрической информации. Поэтому использование геоинформационных технологий и методов математического моделирования являются эффективным инструментом решения задач оценки валового гидроэнергетического потенциала. Поставленная задача решается с помощью построения картографической модели. Имея модель природного объекта можно достаточно быстро провести необходимые измерения и получить интересующие параметры.

В нашем исследовании предполагается оценить гидроэнергетический потенциал на трех участках реки: 1. р. Кеть у п. Тегульдэт; 2. р. Обь у г. Колпашево и 3. р. Обь у г. Александровское. Данные участки выбраны как модельные по следующим параметрам – значительные перепады высот рельефа, расходов воды и наличие вблизи гидропоста, так как для определения потенциальной мощности водотока в заданной точке речного русла необходимо иметь значение расхода воды Q .

В литературе предлагаются различные способы расчета потенциальной мощности водотока.

Для расчёта потенциальной энергии реки E на участке протяженностью L (км) при падении на нём H (м), среднем расходе на этом участке Q (м³/с) за время T (ч) воспользуемся формулой:

$$E = 9,81 \times Q \times H \times T \text{ кВт/час [1].}$$

В связи с недостаточной обеспеченностью территории Томской области водомерными постами, для расчета длины и падения реки исходим из имеющихся и доступных данных, таких как топографические карты масштаба 1: 100 000 и 1: 200 000. Используя методику С.А Чупиковой [2], по электронной карте определяем длину всей реки и ее притоков и рассчитываем удельный расход для всего бассейна путем деления известного расхода в самой нижней точке реки на сумму длин всех притоков данной реки на интересующем нас водотоке. Удельный расход используется для расчета реальных расходов воды и энергетической мощности водотоков. Далее создав 3D модель рельефа выбранного участка, определяем падение реки. Полученные данные вводим в формулу и вычисляем гидроэнергетический потенциал реки. Результаты исследования будут представлены на карте гидроэнергетического потенциала рек Томской области.

Литература

1. Ресурсы и эффективность использования возобновляемых источников энергии в России // Под общей редакцией П.П. Безруких. – Санкт-Петербург: «Наука», 2002. 305 с.
2. Чупикова С.А. Фрактальные методы выявления скрытой регулярности в эрозионном расчленении поверхности (на примере анализа Саяно-Тувинского нагорья, Республика Тува) / Автореф. дисс. на соискание уч. степени кандидата географ. наук. – Томск, 2010. 23 с.

АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ В ЗАДАЧАХ КЛАСТЕРНОГО АНАЛИЗА

М.Г. Сидорова

*Научный руководитель профессор О.Г. Байбуз
Днепропетровский национальный университет имени Олеся Гончара, г. Днепропетровск
Украина*

В настоящее время кластерный анализ, позволяющий выделять однородные группы объектов, находит все более широкое применение в анализе данных экологического мониторинга. Применение методов кластеризации позволяет понять структуру данных; упростить дальнейшую обработку, используя различные методы анализа для каждого кластера; сократить исходную выборку, оставив по одному наиболее типичному

представителю каждой группы; выявить новизну, нетипичные объекты, которые не удаётся присоединить ни к одному из классов, сформулировать или проверить гипотезы на основании полученных результатов.

Результаты, полученные различными методами кластерного анализа, могут значительно отличаться друг от друга. В большинстве задач возникает проблема выбора оптимального числа кластеров, соответствующего природе изучаемых объектов. Поэтому одним из актуальных вопросов кластерного анализа является оценка качества полученных результатов и поиск разбиения, что наиболее соответствует структуре исследуемых данных.

Целью данной работы является разработка информационной технологии кластерного анализа, которая позволит автоматизировать процесс принятия решений в условиях невозможности привлечения экспертов предметной области либо отсутствия информации об ожидаемых результатах. А также провести анализ состояния поверхностных вод Западно-Донбасского региона (р. Самара) по результатам мониторинга 9 контрольных створов на протяжении 2000 – 2005 годов. Данные представляют собой матрицу $X = \{x_{ij}; i = \overline{1, N}, j = \overline{1, m}\}$, где N, m – количество контрольных створов и анализируемых химических показателей соответственно, x_{ij} – значение содержания j -го химического вещества в i -й пробе в определенный момент времени.

В настоящий момент в литературе существует множество функционалов и индексов качества, позволяющие в количественном виде оценивать соответствие исходного разбиения естественной структуре данных, а также сравнивать результаты, полученные разными методами или при различных значениях параметров [1, 3]. Определение функционалов качества главным образом основывается на таких критериях как компактность и обособленность кластеров. Однако в силу того, что различные понятия кластера и однородности заложены в каждый из функционалов, они довольно часто демонстрируют совершенно разные несогласованные результаты.

В данной работе предлагается информационная технология, которая позволяет учитывать результаты различных функционалов качества одновременно с помощью методов теории принятия решений, что обеспечивает более точную оценку результатов. Технология состоит из следующих этапов:

1. Проводим предварительную обработку данных: отбор информативных признаков и стандартизацию.
2. Получаем разбиение объектов на кластеры разными методами или при различных значениях параметров, и рассматриваем их в качестве альтернатив.
3. Для каждой альтернативы вычисляем значение функционалов качества, которые считаем экспертами: сумма внутрикластерных дисперсий, сумма квадратов расстояний до центров кластеров, отношение среднего внутрикластерного и среднего межкластерного расстояний, сумма внутрикластерных расстояний.

4. Полученные результаты представляем в виде матрицы $X = \{x_{ij}; i = \overline{1, n}, j = \overline{1, m}\}$, где n – количество методов, m – количество экспертов, x_{ij} – оценка, которую поставил j -й эксперт i -й альтернативе.

$$x_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sum_{i=1}^n x_{ij}}$$

5. Преобразуем выставленные оценки к единому масштабу по формуле:
 6. Вычисляем коллективную экспертную оценку методами принятия решений [2].
В работе предлагается использовать следующие методы принятия решений:
 - Процедура Борда. Для каждого эксперта выполняем упорядочивание альтернатив в порядке убывания их адекватности. Вычисляем коллективную оценку качества каждого варианта как сумму ранговых мест. Лучшим результатом считается тот, что будет иметь наименьшую оценку.
 - Плюралитарная процедура. Оценки каждого эксперта упорядочиваются. Для каждой альтернативы вычисляется коллективная оценка, равная числу экспертов, которые поставили ее на первое место. Лучшей считается альтернатива с максимальной оценкой.
- Множественный анализ. Оценка адекватности альтернатив проводится по рекуррентной процедуре:

1. Задаем шаг $t = 1$, и $k_j = \frac{1}{m}$.

$$x_i^t = \sum_{j=1}^m x_{ij} k_j^{t-1}, i = \overline{1, n}$$

2. Вычисляем оценки альтернатив на t -м шаге

$$\lambda^t = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m x_{ij} x_i^t, t = 1, 2, \dots$$

3. Вычисляем

4. Увеличиваем $t: t = t + 1$. Вычисляем значения компетентности экспертов на t -м шаге

$$k_j^t = \frac{1}{\lambda^t} \sum_{i=1}^n x_{ij} x_i^t, \sum_{j=1}^m k_j^t = 1, j = \overline{1, m}$$

Повторяем пункты 2-4, пока процесс не сойдется с некоторой заданной точностью. Доказано, что процесс является сходящимся.

Данный метод позволяет также оценить согласованность экспертов на основе дисперсионного коэффициента конкордации.

Рассмотрим результаты кластеризации проб воды из 9 контрольных створов р. Самара (дата замера – 29.09.05). Для каждой пробы физико-химическими методами анализа определялись следующие показатели: водородный показатель (рН), растворенный в воде кислород, биохимическое потребление кислорода, химическое потребление кислорода, нитраты, нитриты, фосфаты, анионные поверхностно-активные вещества, сухой остаток, взвешенные вещества, хлориды, сульфаты, аммиак, нефтепродукты. Кластерный анализ проведен иерархическим методом Варда. Предварительно была проведена стандартизация данных. Анализируя дендрограмму (рис. 1), можно выделить 3 кластера. На рис. 2 представлена диаграмма рассеивания, на которой объекты, отнесенные к одному классу, имеют одинаковое обозначение. Как видим, один объект значительно выделяется среди других и составляет отдельный кластер. Это можно объяснить тем, что данный контрольный створ находится в г. Павлоград, где расположены шахты «ДТЭК Павлоградуголь», загрязняющие реку. Остальные объекты равномерно распределились на 2 кластера.

Анализ средних значений параметров в кластерах показал, что третий кластер (1 объект) характеризуется максимальными значениями растворенного в воде кислорода, биохимического потребления кислорода, химического потребления кислорода, нитритов, нитратов, фосфатов, анионных поверхностно-активных веществ, нефтепродуктов. Во втором кластере (4 объекта) наблюдаются максимальные значения рН, взвешенных веществ, сухого остатка, хлоридов, сульфатов, аммиака. Первый кластер (4 объекта) имеет минимальные значения рН, биохимического потребления кислорода, химического потребления кислорода, хлоридов, аммиака, нитритов, нитратов, анионных поверхностно-активных веществ, нефтепродуктов.

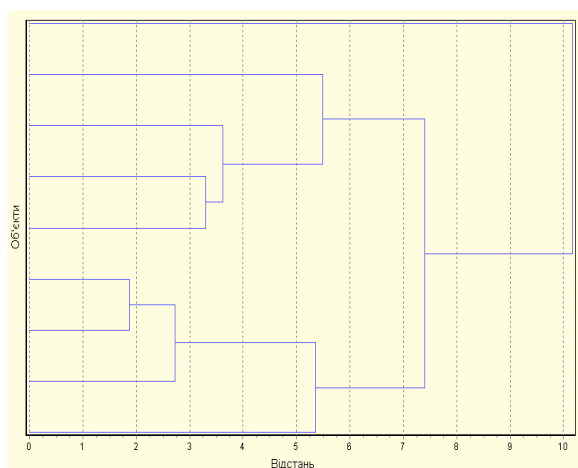


Рис. 1. Дендрограмма

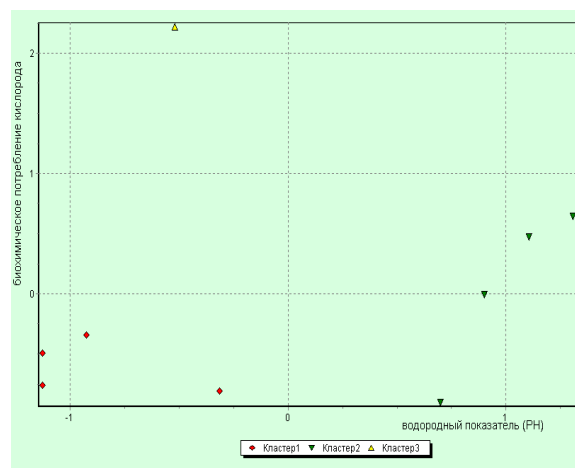


Рис. 2. Диаграмма рассеивания

Таким образом, разработана информационная технология и программное обеспечение кластерного анализа, ядро которого составили вычислительные схемы на основе иерархического агломеративного метода, быстрых иерархических методов, метода К-средних в вариантах Болла-Холла и Мак-Кина. При этом предложены 3 метрики расстояния: евклидово, манхэттенское, Чебышева. Для иерархической кластеризации реализовано 5 типов межкластерных расстояний: ближнего соседа (единичной связи), дальнего соседа (полной связи), среднее, между центрами и расстояние Варда. Система также позволяет проводить классификацию, вероятностно-статистический анализ и содержит широкий спектр средств визуализации и интерпретации результатов.

Литература

1. Halkidi M. On Clustering Validation Techniques / M. Halkidi, Y. Batistakis, M. Vazirgiannis // Journal of Intelligent Information Systems. 17:2/3, 2001. – P. 107–145.
2. Емельяненко Т.Г., Зберовский А.В., Приставка А.Ф., Собко Б.Е. Принятие решений в системах мониторинга. – Днепропетровск, 2005. – 224 с.
3. Мандель И.Д. Кластерный анализ. – М., 1988. – 176 с.

ГИС-ТЕХНОЛОГИИ В ИЗУЧЕНИИ УСЛОВИЙ СОЛЕНАКОПЛЕНИЯ В ЗАПАДНОЙ ЧАСТИ ПРИКАСПИЙСКОЙ ВПАДИНЫ

А.А. Хозяшев

Научный руководитель профессор В.И. Щеглов

Южно-Российский государственный технический университет, г. Новочеркасск, Россия

Изучение условий соленакопления, а именно палеоклимата и палеогеографических обстановок на площадях древних солеродных бассейнов имеет большое значение в геологии, в частности климат является важным поисковым признаком при прогнозировании и поисках месторождений ископаемых солей.

Применение компьютерных (ГИС) технологий признано важнейшим фактором интенсификации работ по региональному геологическому изучению недр, повышению прогностических свойств геологических карт и достоверности прогнозных построений. В настоящей работе актуализируется одно из двух генеральных направлений использования компьютерных технологий в геологии – прогнозно-аналитическое.

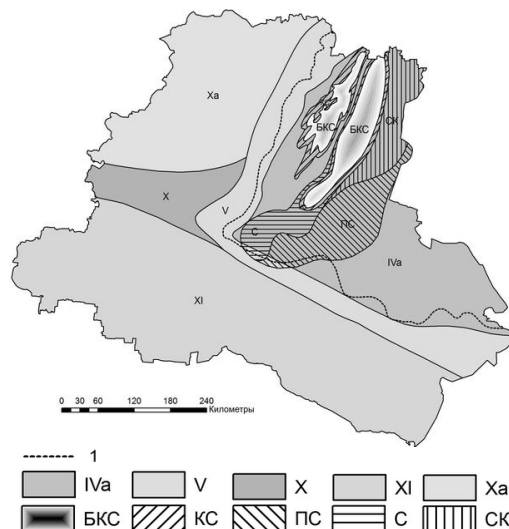
Проведенные исследования дадут возможность построить с помощью ГИС-технологий фациальные карты отдельных этапов развития бассейна и установить пространственную миграцию солеродного бассейна во времени. Разработанная модель пермского этапа соленакопления позволит в пределах рассматриваемой территории осуществлять прогноз районов, перспективных на горно-химическое сырье.

Исходным материалом послужил отчет о результатах разведки Гремячинского месторождения калийных солей в Волгоградской области в 2006-2010 годах. Изучение отчета о результатах разведки Гремячинского месторождения, а также анализ исследований М.А. Жаркова и М.П. Фивега [1, 3] позволили с применением программного пакета ArcGIS построить карты-модели палеогеографической обстановки на площади западного окончания Прикаспийской впадины.

Главными задачами исследования были: определение границ морского бассейна в докунгурское и послекунгурское время, выделение предполагаемой береговой линии, выяснение протяженности аридной зоны на север и удаленность изучаемого объекта от ее северной границы на юг.

По данным авторов в перми произошел переход от гляциозеры к термоэре. Климатическая зональность раннепермской эпохи в значительной степени была унаследована от позднекарбонной. Тренд похолодания постепенно сменился потеплением, а относительно влажный климат карбона стал замещаться семиаридным и аридным климатом.

В сакмарско-артинском веке западное окончание Прикаспийской впадины (территория Гремячинского месторождения) была покрыта морем. В этом районе море было мелким, временами с повышенной соленостью; здесь отлагались песчаники и гравелиты (ближе к береговой линии), глины, алевролиты, известняки, доломиты и ангидриты. Основные области сноса терригенного материала – возвышенные равнины и низкие горы (северо-западные и юго-западные территории). В кунгурском веке (рис. 1) изучаемая территория относилась к более глубоководной части моря. Море было с повышенной соленостью, вероятно по причине того, что появлялись заливные, лагунные области; возможно временами некоторые участки отделялись от основного бассейна. В условиях аридного климата концентрация растворенных в морской воде солей возрастала, в результате карбонатные и сульфатные отложения сменялись галогенными. В погожское время произошло значительное сгущение рапы, и именно в это время здесь происходит отложение достаточно мощных калийно-магниевых солей высокого качества. В конце погожского времени на волгоградском обрамлении Прикаспийской впадины происходило формирование бишофитового пласта с карналлит-сильвинитовой оторочкой. В краевых частях прогиба и его обрамления накапливались карналлит-сильвинитовые и сильвинитовые породы. За пределами прогиба на значительной территории калийное осадконакопление отсутствовало. Видимо, значительное сгущение рапы сопровождалось обмелением бассейна и отсутствием осадконакопления. Подмечено, что при увеличении мощности бишофитового пласта происходит сокращение мощности карналлит-сильвинитовой оторочки, и наоборот. Это можно объяснить двумя причинами. Наиболее благоприятными условиями для карналлит-сильвинитовых пород были склоновые части прогибов, так как они кристаллизовались из остаточных рассолов перед началом этапа опреснения или за счет растворения бишофита и впоследствии кристаллизации сильвина и карналлита. Основные пути сноса терригенного материала в кунгуре остались прежними. В казанском веке район Гремячинского месторождения находится в прибрежной зоне на шельфовой части моря. Соленость значительно снижается, опресняющее влияние оказывает основной Прикаспийский бассейн. Здесь отлагаются доломиты, известняки с пачками глин и прослоями песчаников. Источники сноса терригенного материала – возвышенные равнины и низкие горы с юго-запада и низменные равнины с северо-запада.



1 – граница размыва в кунгурское время; IVa – внутреннее море и заливы с повышенной соленостью, глубокие,

временами мелкие; V – заливы с повышенной соленостью, мелкие; X – равнины низменные; Ха – равнины низменные, переходящие в возвышенные; XI – равнины возвышенные; БКС – преимущественно бишофит с подчиненным присутствием сильвинита и карналлита; КС – преимущественно сильвинит с подчиненным присутствием карналлита; ПС – полигалит, сильвинит; С – сильвиниты; СК – преимущественно карналлит с подчиненным присутствием сильвинита.

Рис. 1. Палеогеологическая карта пермского этапа соленакопления (кунгурского века) западной части Прикаспийской впадины

На основе данных исследований авторов [1, 3, 4], а также собственных исследований были сделаны следующие выводы.

1. Главной или одной из важных причин пермских климатических изменений был дрейф континентов. Учитывая скорость, масштабы и определенную независимость дрейфа континентов, естественно предположить, что он скорее оказывал медленное и эволюционное влияние на региональный климат.
2. Вторым фактором климатических изменений можно считать орогенез. Практически сначала и до конца перми интенсивность орогенических фаз последовательно увеличивалась. В то же время устанавливается определенная корреляция между климатом и характером вулканической активности.
3. В кунгурском веке Прикаспийская впадина относилась к северному ариднему поясу. В это время площади и масштабы соленакопления в пределах северного аридного пояса значительно увеличились.
4. В период накопления кунгурской галогенной толщи западный Прикаспийский солеродный бассейн был полупоткрытый, пути поступления океанических вод были направлены с севера. Непосредственная удаленность Прикаспийского бассейна от океана на фоне аридизации климата благоприятствовала отложению галогенных пород.
5. В кунгурский век изучаемый район представлял залив тупиковой части солеродного бассейна с глубинами едва ли превышающими 25-30 м. Море было с повышенной соленостью. Формирование галогенной толщи на территории месторождения происходило в обстановке неоднократного изменения физико-химических свойств сидеритирующих рассолов, в результате чего возникло многократное чередование пластов и слоев различных пород.
6. Накопление осадков происходило, как правило, в порядке повышения их растворимости от доломитов, ангидритов, каменной соли до конечных эвтонических стадий концентрации рассолов – отложений калийных и калийно-магниевых солей (сильвинит – карналлит – кизерит – бишофит). Любое нарушение режима прогрессирующей концентрации рассолов разбавлением четко сказывается на особенностях минерального состава галогенных отложений.

Литература

1. Валяшко М.Г. Геохимические закономерности формирования месторождений калийных солей. – М.: Изд-во МГУ, 1962. – 395 с.
2. Геология СССР. Том XLVI. Ростовская, Волгоградская, Астраханская области и Калмыцкая АССР. Геологическое описание / Под ред. Ф.А. Белова. – М.: «Недра», 1969. – 666 с.
3. Климат в эпохи крупных биосферных перестроек / Под ред.: М.А. Семихатова, Н.М. Чумакова. – М: Наука, 2004. – 299 с.
4. Писаренко Ю.А., Гончаренко О.П., Писаренко В.Ю., Киреенко О.С., Карпова Т.Г. Палеогеографические и тектонические условия формирования нижнепермской галогенной формации юго-восточной окраины Русской плиты // Известия Саратовского университета. Новая серия. Серия: Науки о Земле. – Саратов, 2010. –Т. 10. – № 2. С. 49-58.

ГГИС-ТЕХНОЛОГИИ В ИССЛЕДОВАНИИ ГОРНЫХ РАБОТ И ПРОЦЕССОВ

А.С. Шерешевец

Научный руководитель доцент Д.Е. Малофеев

Сибирский Федеральный университет, г. Красноярск, Россия

Геоинформационная геотехнология как совокупность приемов, способов и методов применения программно-технических средств обработки и передачи информации, позволяют в настоящее время решать ряд научных задач горного профиля. ГГИС-технологии достаточно сильно развились при проектировании открытых горных работ, весьма эффективно ведется адаптация их при подземной разработке, как целом, так и при рассмотрении отдельных процессов.

Однако возможности работы с ГГИС используются только при решении ряда типичных горных задач горного профиля. К нестандартным задачам они требуют адаптации. Предлагается рассмотреть такую нестандартную задачу как выпуск руды под обрушенными породами в рамках возможностей ГГИС, а именно блочного моделирования месторождения, и систем САД - проектирования.

Блочная модель месторождения, разработанная по результатам эксплуатационной разведки, является геологической основой для обоснования полноты и качества извлечения запасов в данном процессе. Полученная блочная модель субблокируется до размеров, соответствующих среднему куску, получаемому после взрыва. Далее создается модель взорванного слоя с учетом того, что массив после взрыва разрыхляется на 20–25 %.

Формирование зон потерь и разубоживания руды при выпуске руды описывается фигурами выпуска [1].

Используя системы САД и ГГИС, была разработана методика их построения для различных стадий выпуска запасов, что ложится в основу дальнейшего расчета показателей полноты и качества выемки. Для построения фигур выпуска используется программное приложение, написанное на языке Autolisp (приложение AutoCAD). При этом задаются все ключевые параметры очистного забоя, определяющие кинематическую схему истечения.

Смоделированные в AutoCAD фигуры выпуска переносятся в среду Micromine, дорабатываются до субблокированных блочных моделей, с которыми проводятся дальнейшие исследования.

Извлекаемые запасы определяются средствами Micromine в виде объема, заключенного в рудной части фигуры выпуска.

Вмещающие породы также вычисляются автоматически. В данные объемы входит все, что не является отбитой рудой и массивом.

Балансовые запасы слоя – это геологическая информация, представлена в ЭВМ по всем правилам геологии.

Добытая рудная масса есть разница между балансовыми запасами и потерями и с учетом вмещающих пород.

В отличие от традиционных методик, базирующихся на аналитических расчетах, предлагаемый подход не требует формализации. Тем самым обеспечивается возможность описания практически любой ситуации выпуска руды под обрушенными породами с прогнозированием качества товарного рудопотока.

Выводы.

1. Разработана методика моделирования выпуска руды с использованием возможностей сред проектирования и конструирования горных задач AutoCAD и Micromine, которая позволила полнее описать и изучить процесс выпуска руды и весьма упростить расчеты показателей полноты и качества извлечения запасов недр при системах разработки с обрушением.

2. С использованием разработанной уникальной методики смоделированы ситуации торцового выпуска руды под обрушенными породами, причем впервые с учетом минерализации месторождения, что делает их более соответствующими реальным условиям.

Литература

1. Д.Е. Малофеев Развитие теории и практики руды под обрушенными породами. – Красноярск: Сибирский федеральный ун-т; Ин-т цв. металлов и золота, 2007. – 172 с.

Секция 9 ЗЕМЛЕУСТРОЙСТВО: НАУКА И ПРАКТИКА

ИСТОРИЯ РАЗВИТИЯ ЗЕМЛЕУСТРОЙСТВА В РОССИИ

О.А. Пасько, профессор

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Впервые в истории человечества земельные отношения были задокументированы в странах Античного мира, Индии, Китае, Индонезии около двух тысяч лет назад. В нашей стране землеустройство насчитывает более, чем тысячелетнюю историю. Его появление было связано с расселением восточных славян в VI–IX веках, с образованием Древнерусского государства и возрождением северо-восточных земель.

В качестве средства реализации земельной политики государства землеустройство всегда было тесно связано с экономическими и социальными задачами, решаемыми на каждом историческом этапе. Так, при централизации страны и объединении земель возникло писцовое межевание в XVI–XVII вв. и под него был создан Поместный приказ. Он стал центральным органом, координирующим межевые, кадастровые и крепостные работы. Описания земель, измерения пашни, пастбищ, сенокосов, лесов и др. угодий проводили писцы, дозорщики и мерщики. Они заносили информацию в «Писцовые книги», имевшие юридический и правовой характер. Эти книги фактически содержали доказательства прав на землю, а запись становилась земельной регистрацией.

Следующие крупнейшие этапы землеустройства были обусловлены отменой крепостного права в России (1861-1883) и Столыпинской реформой (1906-1913).

Сто лет назад было принято Положение о землеустройстве (Закон от 29 мая 1911 г. «О землеустройстве»), в котором содержались правовые основы организации землепользования в Российской империи. Их реализация была нарушена историческим ходом событий, революцией и принятием Декретов «О земле» (1917 год), «О социализации земли». Под лозунгом «Земля - крестьянам» были провозглашена ее национализация и отменена частная собственность.

В предвоенные годы в советской России главный акцент в землеустройстве был сделан на освоение и организацию новых территорий для совхозов и колхозов.

В 1922 г. был принят Земельный кодекс, согласно которому землеустройство имело своей задачей упорядочение существующих и образование новых землепользований.

Великая Отечественная война резко затормозило развитие землеустройства, но, с 1953 года оно начало быстро набирать обороты. Этот период вошел в историю как один из наиболее успешных и эффективных. Его брендами стали освоение целины в Казахстане, создание крупных гидротехнических систем, развитие орошаемого земледелия в Поволжье, организация землеустроительной службы.

В дальнейшем (1966 – 1985 гг.) получили развитие ВХЗ, МХЗ, агропромышленные связи в сельском хозяйстве СССР. Был принят Земельный кодекс РСФСР 1970 г., организована землеустроительная помощь странам социалистического лагеря. Согласно новому Земельному кодексу под землеустройством понимали систему государственных мероприятий, направленных на осуществление решений государственных органов в области пользования землей.

С распадом СССР получили свое развитие разные формы собственности на землю. Был запущен рынок земли. Она стала объектом гражданского оборота и объектом налогообложения. Активизировался оборот мелких земельных участков, переданных в собственность гражданам для ведения садоводства и индивидуального жилищного строительства. Был принят Федеральный закон от 02.01.2000 № 28-ФЗ «О государственном земельном кадастре».

Несмотря на острый социальный запрос, с начала перестройки в развитии землеустроительных работ наметился спад, вызванный недофинансированием. Это привело к дискоординации землеустройства, снижению согласованности отдельных мероприятий, ее эффективности в целом. Ситуацию осложнили многочисленные реформирования руководящих органов.

В 2001 году были приняты: новый Земельный кодекс РФ, Федеральный закон «О землеустройстве», а также целый ряд подзаконных нормативных актов. В настоящее время сохраняется проблема недофинансирования, нехватки квалифицированных кадров, современной материально-технической базы.

Таким образом, крупнейшими этапами в развитии землеустроительного дела в России стали:

1. 1765 г. – проведение Генерального межевания;
2. 1861 г. – землеустройство на основании специальных крестьянских положений (при освобождении крестьян от крепостного права);
3. 1906-1913 – Столыпинская аграрная реформа;
4. 1907 г. – создание Комитета по землеустроительным делам;
5. 1911 г. – принятие Положения о землеустройстве;
6. 1917 г. – принятие Декретов «О земле» и «О социализации земли»;
7. 1918-1939 гг. – освоение и организация новых территорий для совхозов и колхозов;
8. 1941-1945 гг. – Великая Отечественная война;
9. 1953- 1966 гг. – освоение целинных и залежных земель в Казахстане, крупные мелиоративные работы в Поволжье;
10. 1970 г. – принятие Земельного кодекса РСФСР;
11. 2000 г. – принятие Федерального закона «О государственном земельном кадастре».

12. 2001 году – принятие нового Земельного кодекса РФ и Федерального закона «О землеустройстве».

GIS & LAND USE MANAGEMENT. A CASE STUDY FROM RURAL AMERICA

Ann K. Deakin, Professor

State University of New York – Fredonia. Department of Geosciences

It is a pleasure to be here, at Tomsk Polytechnic University, for this important symposium showcasing your research. You will always remember the work you did to prepare for this event and the event itself. Not only will you take personal pride in your accomplishment, but you will add this to your list of credentials as you move beyond your university education. The ability to participate in basic and applied research and then present your work in a public forum nurtures your need for more knowledge, which is a critical part of life and hopefully a recurring part.

One of the reasons I applied for a Fulbright Award was to satisfy my need for more knowledge about Russia's efforts to proactively manage its vast land resources. Although Russia is significantly larger than the United States, both countries have the same urban to rural ratio and thus face potentially similar challenges at the local level in terms of land use planning and management. I believe the fact that you have a conference devoted to student research in this area is evidence that Russian academicians have the foresight to plan for a sustainable future with regard to landscape planning.

Recently, I have been engaged in a local study of land use management in rural Western New York where my University is located. This research is appropriate to this symposium in terms of content, but also in terms of student participation in the research. The research is also significant in the context of this symposium as it is also an example of positive outcomes due to student and faculty collaboration. This research culminated in the protection of land resources for agriculture.

Current Production

- Focus on juice grapes
- 66% of all New York State grapes
- New York State 3rd in total production
- California is 1st
- Washington State is 2nd
- New York State 2nd in Concord production
- Washington State is 1st

Recently, gravel companies, having exhausted their gravel and sand resources elsewhere have moved into the area to buy the mineral rights from grape farmers in Portland. For many farmers, the prospect of a large sum of money at one time often seems too good to turn down, particularly in difficult economic times. These companies buy the gravel from the farmer and then move on to another location. The gravel is then sold for use in concrete, asphalt, road base and coverings, fill, snow and ice control, railroad ballast, plaster, and road stabilization.

Once the gravel is gone, it is possible to plant new grapevines and begin producing grapes within 5-10 years. Unfortunately, the yield is very low and the quality of the grapes is very poor. Thus far, no farmer who has had his gravel mined has reclaimed the land back to a successful vineyard. By the time the farmer realizes this, it is too late. These farmers try to tell others, but each farmer thinks he or she will do something differently and be the one success.

In an effort to save the agricultural heritage of Portland, the Town Planning Board asked SUNY Fredonia for an analysis to see whether it would be feasible to propose an ordinance prohibiting gravel mining in areas where grapes could be grown. GIS, or Geographic Information Systems, was one of the primary tools we used in our analysis. Many of you no doubt have used or are familiar with GIS. Among many other valuable features, GIS aids the visualization of spatial data and change over time. It allows us to use complex spatial analysis methods. And, it helps people make decisions through the use of maps. GIS was the ideal tool for our study because we were able to combine digital orthoimagery of the area, land use data, information on soils, existing quarries, climate patterns, and elevation to help stakeholders decide how to best manage their agricultural and mineral resources (fig. 1).

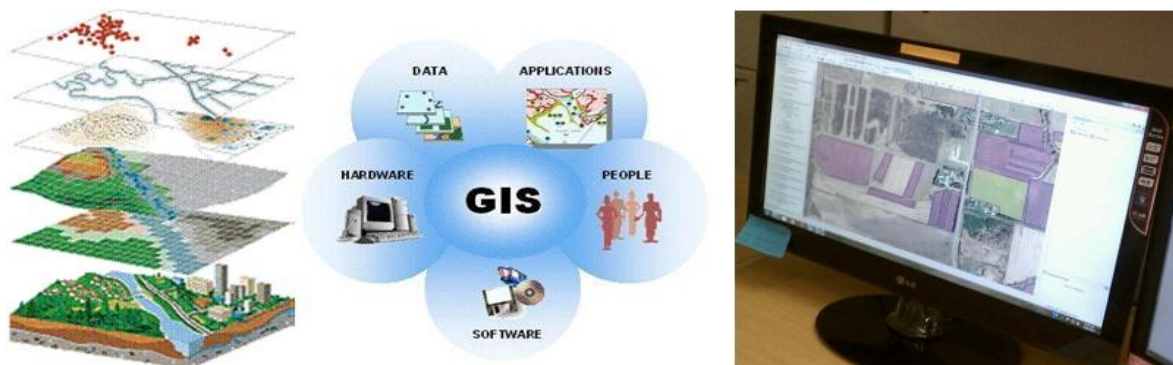


Fig. 1. Geographic Information Systems

We created a number of maps using a variety of data sets and visualization methods for presentation to the Town Planning Board. In this map, we highlighted the location of the Chenango Gravel soil type that is particularly good for high grape yields. It's shown here in pink. We added the black dots to show the location of existing gravel pits. Both of these data layers were overlaid on elevation to emphasize the limited availability of the gravel as well as the role terrain and lake proximity play in grape production.

This slide (fig. 2) shows an example of how we used digital orthoimagery with land use data to show changes over time. We also compared the 1994 and 2000 imagery with 2008 imagery to illustrate the expansion of gravel mining activities and the decrease in acreage in vineyards that still have the gravel originally deposited during the Pleistocene.



Fig. 2. Gravel Pit Expansion & Reclamation

3) This is a more traditional map showing the proximity of mines relative to land used for grape production (fig.

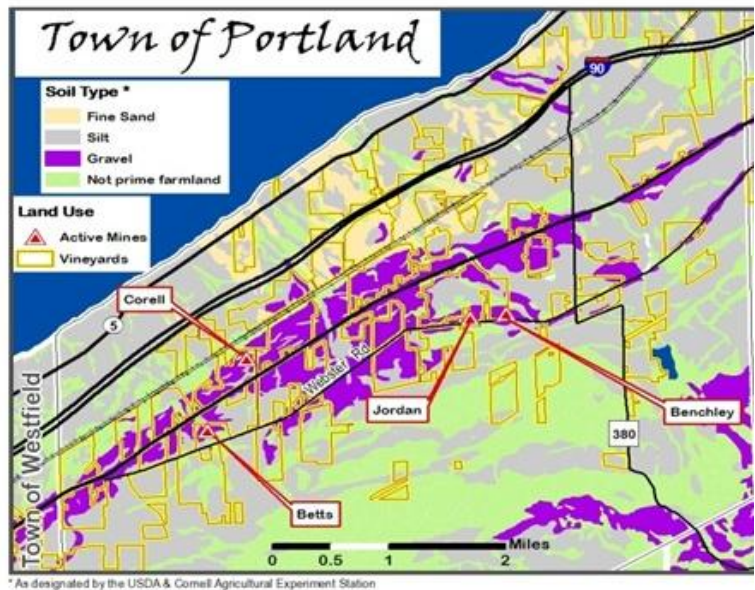
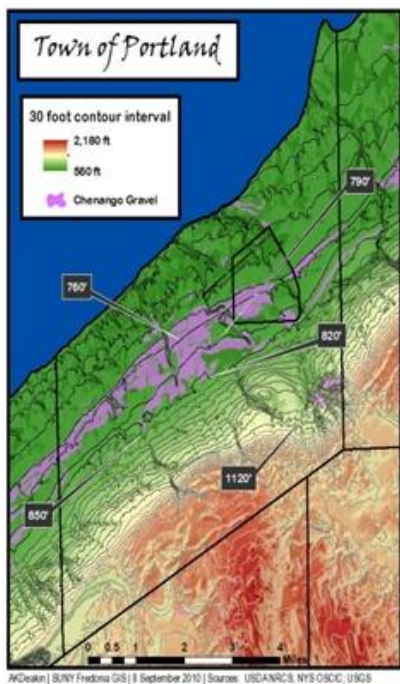


Fig. 3. Town of Portland

This was the map the Town ultimately used to limit gravel mining. It was decided that no gravel could be mined in the Town of Portland below 260 Meters. This would protect all areas that are considered to have the ideal conditions for grape production. Grapes become much more susceptible to frost damage above 260 meters as the mitigating effects of the Lake begin to wane.

“By allowing gravel mining, you're robbing all future landowners of properties the ability to farm that land, just as Elijah Fay farmed it hundreds of years ago. You're robbing the town of the only industry there is here.” – Portland Town Planning Board

Since 2010, when the Portland Town Planning Board asked for help, I have had several students working with me on this project. In the top photo, you see Megan LeBarron presenting some of our early work at a student symposium similar to this one at my University. Below, you see Rhiann Jakubowski who worked on the final analysis. She is actually using the experience she gained on the project in her new job with a research firm specializing in spatial and statistical analysis to support local agriculture.

МЕТОДЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПЛОЩАДЕЙ ЗЕМЕЛЬНЫХ УЧАСТКОВ РАЗЛИЧНОЙ ГЕОМЕТРИЧЕСКОЙ ФОРМЫ

А. В. Алиферова

Научные руководители доцент Т.В. Тарбокова,
профессор О. А. Пасько

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Земельный вопрос никогда не терял в России своей актуальности. Земля становилась причиной бунтов, кровной вражды, конфликтов соседей, целых семей и государств. Многочисленные реформы по перераспределению земли между крестьянами, колхозами, собственниками, субъектами федерации всегда сопровождалась землемерными работами. Точность землемерных работ зависела от используемых приборов, добросовестности исполнителей и точности выбираемых методов подсчета периметров и площадей. В современных условиях, когда высокоточные измерения не являются проблемой, необходимо выбирать такие же точные методы вычисления площадей. Геодезия обладает достаточным количеством способов для вычисления площадей объектов различной формы. Чем более соответствует форма измеряемого объекта прямоугольнику, треугольнику или любой другой простой геометрической фигуре, тем более точно будет измерена его площадь методами геодезии. Если же объект имеет криволинейные границы, точность вычисления этими методами значительно падает.

Использование математического аппарата более высокого уровня может значимо уменьшить погрешность метода вычислений при прочих равных условиях.

Целью данной работы являлось рассмотрение на конкретном примере возможности применения различных численных методов, при помощи которых можно измерить площадь объекта на карте, с последующей оценкой точности проводимых расчетов и анализом полученных результатов.

Современные учебники по геодезии [1–3] предлагают следующую классификацию методов измерения площадей: 1) аналитические; 2) графические; 3) механические. Самым точным из них при вычислении площади объекта на карте является аналитический метод, когда площадь вычисляется снятием координат поворотных точек участка с использованием следующей формулы:

$$P = \frac{1}{2} \sum_{i=1}^n X_i (Y_{i-1} - Y_{i+1}) = \frac{1}{2} \sum_{i=1}^n Y_i (X_{i-1} - X_{i+1}) \quad (1)$$

Кроме того, предлагаются методы с применением различных приборов – планиметров или графические методы с использованием расчерченной на квадраты сетки-палетки, с разбиением фигуры на простые геометрические фигуры. Для исследования в данной работе был взят объект сложной геометрической формы, представленный на рисунке, – пруд, вычисление площади которого с помощью описанных выше методов дает большую погрешность.

В связи с этим были использованы численные методы: метод Симпсона и метод трапеций, которые позволяют вычислять площадь фигуры с помощью определенного интеграла. Для применения этих методов потребовалось снять координаты границ объекта измерений через равные интервалы с использованием имеющейся на карте системы координат или с применением промежуточной системы координат, позволяющей упростить снятие координат на карте. Координаты границы измеряемого объекта снимали с требуемой геодезической точностью. Расположение промежуточной сетки выбирали наиболее удачным способом для упрощения математических вычислений: сетку накладывали таким образом, чтобы границы объекта измерений представляли собой кривые, расположенные над осью абсцисс. При вычислении площади фигуры использовали геометрический смысл определенного интеграла: определенный интеграл равен площади криволинейной трапеции, ограниченной слева и справа вертикальными прямыми $x=a$, $x=b$; снизу – кривой $y=f_1(x)$; а сверху – кривой $y=f_2(x)$. Границы измеряемого объекта задаются узлами функций $y=f_i(x)$, $i=1,2,\dots$

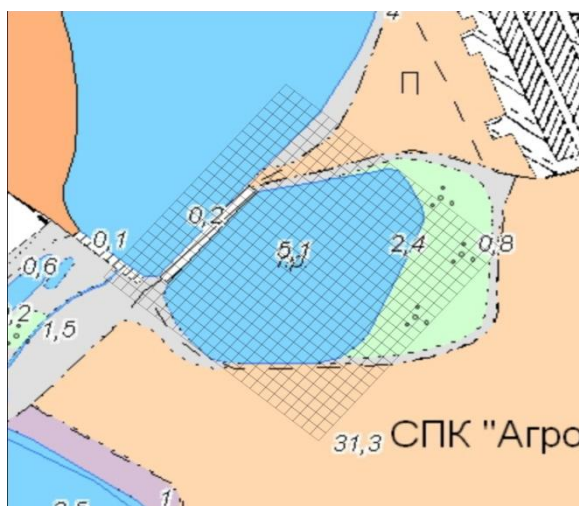


Рис. Изображение измеряемого объекта

Для вычисления определенного интеграла $\int_a^b f(x)dx$ методом прямоугольников, методом трапеций и методом Симпсона применяли следующий алгоритм.

Задавали параметры m, a, b , шаг $h = \frac{b-a}{2m}$. Поскольку для метода Симпсона количество интервалов должно быть четным, промежуток интегрирования делили на четное число $n = 2m$.

Задавали вектор x с узлами интерполяции $x_0 = a$, $x_i = x_0 + ih$ и вектор y значений подынтегральной функции в узлах интерполяции $y_i = f(x_i)$.

Вычисляли определенный интеграл по интерполяционным формулам прямоугольников:

$$I_{pr} = h \sum_{i=0}^{2m-1} y_i; \quad (2)$$

Трапеций:

$$I_{tr} = h \left(\frac{y_0 + y_{2m}}{2} + \sum_{i=1}^{2m-1} y_i \right); \quad (3)$$

Симпсона:

$$I_s = \frac{h}{3} \left(y_0 + y_{2m} + 4 \sum_{i=1}^m y_{2i-1} + 2 \sum_{i=1}^{m-1} y_{2i} \right). \quad (4)$$

Сохраняли полученные значения интеграла.

Шаг меняли в два раза, и по правилу Рунге оценивали абсолютную погрешность вычислений для каждого метода:

$$d_{pr} = \frac{|I_{pr2} - I_{pr}|}{3}; \quad d_{tr} = \frac{|I_{tr2} - I_{tr}|}{3}; \quad d_s = \frac{|I_{s2} - I_s|}{15}. \quad (5)$$

Таким образом, с применением снятых через равные интервалы узлов границ объекта измерений и с использованием для вычислений программы MathCAD [4] получали следующие значения площади поверхности озера (значения приведены в единицах промежуточной сетки – мм², реальную площадь на местности можно получить пересчетом с учетом масштаба): по методу Симпсона - $S_1 = 2137.8875$ мм²; по методу трапеций - $S^2 = 2144.645$ мм².

Погрешность метода трапеций для данного примера в единицах промежуточной сетки составляла величину $R = 6.758$ мм², что соответствовало относительной погрешности $\delta = 0,003$.

Кроме того, площадь объекта была вычислена и по формуле (1).

Для карты масштаба 1:25000 такая погрешность в вычислении площади давала ошибку около 4200 м², что составляет 0,4 сотки, и это еще без учета погрешности при снятии координат. Цена за сотку земельного участка в Подмосковье составляет сейчас более 25 тыс. рублей, а в элитных поселках 250 тыс. рублей! Соответственно, такая ошибка в измерении площадей может стоить покупателю порядка 10 – 100 тысяч рублей!

В Томске и области разброс цен составляет от 12 до 150 тыс. рублей, соответствующая «цена ошибки» составит около 5 тысячч.

Приведенные выше цифры наглядно демонстрируют важность точности при выполнении любых геодезических работ, какого бы уровня они не были.

Литература

1. Передерин, Велиор Митрофанович. Основы геодезии и топографии: учебное пособие / В. М. Передерин, Н. В. Чухарева, Н. А. Антропова; Томский политехнический университет. — 4-е изд. — Томск: Изд-во ТПУ, 2010. — 123 с.
2. Перфилов, Василий Федорович. Геодезия: учебник / В. Ф. Перфилов, Р. Н. Скогорева, Н. В. Усова. — 3-е изд., перераб. и доп. — М.: Высшая школа, 2008. — 350 с.
3. Ракитин В. И. Руководство по методам вычислений и приложения MathCAD. — М.: ФИЗМАТЛИТ, 2005. — 264 с.
4. Чекалин, Сергей Иванович. Основы картографии, топографии и инженерной геодезии: Учебное пособие для вузов / С. И. Чекалин; РГГРУ. — М.: Академический проект, 2009. — 393 с.

ПРОВЕДЕНИЕ ЗЕМЛЕУСТРОЙСТВА ТЕРРИТОРИИ «БАЙКАЛЬСКАЯ ГАВАНЬ» ДЛЯ СОЗДАНИЯ ОСОБОЙ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЗОНЫ

О.Б. Антонова

Научный руководитель доцент С.В.Серяков

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Республика Бурятия является одним из богатейших по природным ресурсам регионов России. Прибайкальский район, в котором расположена территория «Байкальская гавань», обладает большими рекреационными ресурсами. Здесь сосредоточены уникальные природные памятники, богатый и разнообразный растительный и животный мир, встречаются редкие виды. Большое разнообразие и внушительные запасы гидроминеральных ресурсов, особенно редких, существенно повышают рекреационный потенциал. «Байкальская гавань» представляет исключительно ценную в рекреационном отношении территорию. Однако комплексное функциональное использование ресурсов слабо развито. Поэтому создание особой экономической зоны (ОЭЗ) имеет большое значение для развития туризма в республике Бурятия.

Одной из характерных черт развития ОЭЗ является рост строительства, как в условиях интенсивно освоенной природной среды, так и на вновь осваиваемых территориях в т.ч. легко уязвимых. При этом главным механизмом создания ОЭЗ является рациональное землеустройство. Рациональное землеустройство позволяет обеспечить сбалансированное существование территорий и предопределяется влиянием различных факторов, диагностика которых способствует выявлению основных социально-эколого-экономических проблем, существующих в рамках определенного территориального образования и требующих использования подходов для их разрешения. Результатом реализации данных мероприятий будет являться экологическая гармонизация социально-экономических процессов, обеспечивающих жизнедеятельность общества с окружающей средой, что, в целом, создаст предпосылки для достижения сбалансированного развития региона.

Рациональное землеустройство позволяет обеспечить функционирование особенно уязвимой территории Горячинска, которая расположена в Прибайкальском районе в 145 км от станции Татаурово Восточно-Сибирской железной дороги и в 180 км от столицы Бурятии, города Улан-Удэ, занимает площадь равную 0,01 кв. км. Горячинск известен своими термальными кремнистыми водами, которые в бальнеологическом отношении представляют значительную ценность. Выход термальных вод происходит в 1 км от берега Байкала на вершине небольшого песчаного оврага, промытого горячей водой. В начале 1960-х годов экспедицией «Геоминвод» на источнике была выполнена детальная разведка, и на участке площадью 75х350 м пробурили 20 скважин. Воды Горячинска характеризуются щелочным, сульфатно-натриевым составом с минерализацией 0,5 – 0,65 г/л. Лечебный эффект вызван высоким содержанием в ней азота, а также кремниевой кислоты, микроэлементов, входящих в состав ферментов - катализаторов биохимических процессов (титан, свинец, медь, особенно вольфрам, молибден, серебро). Сероводорода в ней нет, не содержит она и лечебных доз углекислого газа. Минерализуется вода на глубине 2-3 километров. Источник имеет оздоровительное, рекреационное и научное значение [4].

В целях рационального использования территории Горячинска и обеспечения сохранения его природных лечебных ресурсов и оздоровительных свойств в 1984 году он был объявлен особо охраняемой природной территорией (ООПТ). На момент функционирования ООПТ Горячинска санитарно-защитные охранные зоны были занесены как расчетные в исходной документации при строительстве курорта, но работа по законному установлению зон так и не была завершена [3].

Для сохранения территории Горячинска необходимо провести межевание земельных участков для установления четких границ санитарных зон курорта. В соответствии со ст. 17 Федерального закона от 18 июня 2001 г. N 78-ФЗ «О землеустройстве» межевание объектов землеустройства представляет собой работы по установлению на местности границ муниципальных образований и других административно-территориальных образований, границ земельных участков с закреплением таких границ межевыми знаками и определению их координат.

Межевание объектов землеустройства осуществляется на основе сведений государственного земельного кадастра, землеустроительной, градостроительной и иной связанной с использованием, охраной и

перераспределением земель документации. Межевание объекта землеустройства включает в себя следующие работы:

определение границ объекта землеустройства на местности и их согласование;
закрепление на местности местоположения границ объекта землеустройства межевыми знаками и
определение их координат или составление иного описания местоположения границ объекта землеустройства;
изготовление карты (плана) объекта землеустройства.

Межевание территории позволит определить четкие границы санитарно-защитных охранных зон курорта, выявить самовольные захваты территорий, вырубки насаждений, и определить территориальные резервы территории Горячинска, не допустить нарушений при подготовке и строительстве объектов ОЭЗ.

В нашей работе на примере «Байкальской гавани», а в частности Горячинска, рассмотрена проблема создания ОЭЗ, которая имеет приоритетное значение, так как создает угрозу функционирования особо уязвимой территории. Последствия создания ОЭЗ очень серьезны и требуют специальных инженерных мероприятий.

Создание ОЭЗ влечет за собой развитие неблагоприятных явлений в плане увеличения потребления ресурсов территории, негативного влияния прилегающего строительства на функционирование минеральных источников.

Последствия этих преобразований могут привести: к истощению источника, загрязнению подземных вод, используемых для хозяйственно-питьевых целей; ухудшению санитарно-эпидемиологической обстановки и в целом истощению территориального резерва.

Для определения ресурсного потенциала, первое, что необходимо сделать, это сохранить потенциал путем соблюдения множества технических условий при добыче и использовании минеральных вод, которые и регламентируются бальнеотехникой.

К задачам бальнеотехники (лечение минеральными водами) относятся следующие:
разработка и осуществление рациональной эксплуатации источников минеральных вод;
принятие мер, связанных с охраной месторождений минеральных вод от различного рода отрицательных факторов, приводящих к их истощению или порче;
техническая организация процедур транспортировки минеральных вод и их хранения;
техническая организация процедур обработки минеральных вод.

Еще на стадии добычи минеральных вод требуется четкое и неукоснительное соблюдение правил эксплуатации технических сооружений. Бальнеотехника позволяет точно выявить и установить технические аспекты бурения скважин и осуществления добычи минеральных вод таким образом, чтобы это не наносило вред их природному химическому составу и не приводило к истощению либо порче источника. Охрана минеральных источников - существенное условие для их эффективного и долгосрочного использования, которое реализуется лишь при соблюдении необходимых правил, установленных бальнеотехникой. Под охраной в данном случае понимаются меры, направленные на сохранение лечебных свойств минеральных вод и лечебных грязей [5].

Для сохранения территориального резерва территории, в первую очередь необходимо использовать нормативные акты, документы, в частности:

Земельный кодекс Российской Федерации (Федеральный закон от 25 октября 2001 г. № 136-ФЗ).

О природных лечебных ресурсах, лечебно-оздоровительных местностях и курортах (Федеральный закон от 23 февраля 1995 г. № 26-ФЗ).

Об особо охраняемых природных территориях (Федеральный закон от 14 марта 1995 г. № 33-ФЗ).

Об охране окружающей среды (Федеральный закон от 10 января 2002 г. № 7-ФЗ).

О животном мире (Федеральный закон от 24 апреля 1995 г. № 52-ФЗ);

постановления Правительства РФ:

Об утверждении Положения об округах санитарной и горно-санитарной охраны лечебно-оздоровительных местностей и курортов федерального значения (постановление Правительства Российской Федерации от 7 декабря 1996 г. № 1425).

О Федеральной целевой программе «Развитие курортов федерального значения» (постановление Правительства Российской Федерации от 2 февраля 1996 г. № 101).

На основе исследуемой нами работы, предлагается выделить 5 целевых направлений деятельности по сохранению уникального природно-ресурсного потенциала:

Обеспечение законодательно-правового регулирования хозяйственного и природного комплексов региона КМВ. Для успешного развития территории поддержка региону должна носить системный характер и включать в себя меры, реализуемые на федеральном, региональном и местном уровнях.

Сохранение природно-ресурсного потенциала и улучшение экологического состояния среды. Для сохранения лечебных минеральных ресурсов, прежде всего, необходимо расширение сети мониторинга качества ресурсов (государственная сеть наблюдательных скважин), а также объемов добычи (ежедневная добыча не должна превышать утвержденных запасов). Для ограничения хозяйственной деятельности в санитарно-защитной охранной зоне должны быть специально разработаны научно обоснованные регламенты, внедрена единая технологическая схема разработки месторождений.

Организация системы единого комплексного экологического мониторинга для непрерывного контроля экологического состояния природной среды, управления природопользованием и охраной окружающей среды.

Разработка методической базы экологического нормирования и экологического аудита. В настоящее время в России не существует нормативов качества окружающей среды для курортных регионов. Учитывая специфику и уникальность Горячинска, целесообразно будет разработать систему нормативов, регламентирующих допустимые нагрузки на его окружающую среду. В связи с планами по строительству ОЭЗ и

привлечению зарубежных клиентов необходимы разработка и постепенное внедрение в сферу курортно-рекреационного дела системы экологического аудита.

Внедрение экономических механизмов для организации рационального природопользования.

Литература

1. Федеральный закон «Об особо охраняемых природных территориях». — М., 2010.
2. Федеральный закон от 23 февраля 1995 г. № 26-ФЗ «О природных лечебных ресурсах, лечебно-оздоровительных местностях и курортах». — М., 1995.
3. Постановление РСФСР от 24 сентября 1985 года № 413 — М. 1985.
4. <http://buryatia-resorts.narod.ru>
5. <http://www.mirminvod.ru/>

КАДАСТРОВое ОБЕСПЕЧЕНИЕ УПРАВЛЕНИЯ ТЕРРИТОРИЯМИ

Л.В. Бабинович

Научный руководитель старший преподаватель В.Н. Поцелуев

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Кадастр как общественное явление известен с давнего времени. История развития земельного кадастра в России определяется, прежде всего, уровнем экономического развития и характером отношений собственности. А начинается эта история с образованием государства и развитием налогообложения. В то время кадастр в России включал такие составные части, как учет и регистрацию земель, естественноисторическое и экономическое описание земель, оценку земель.

Наиболее полное описание земельных владений в России относится к периоду ликвидации феодальной раздробленности и возникновения централизованного государства. При царе Иване IV были описаны почти все земли России, а некоторые из них – даже по несколько раз.

Следующий этап развития кадастра был обусловлен политикой Петра I. Он уничтожил помещную систему, сравнял прежние поместья с вотчинами и ввел подушную подать.

В 1837 году министерство государственных имуществ приступило к разработке нового земельного кадастра. Был проведен большой объем работ по съемке и определению размеров усадебных земель, пашни, сенокосов, пастбищ.

Дальнейшее развитие и совершенствование системы учета и оценки земельных ресурсов стимулировалось такой этапной реформой, как отмена крепостного права в 1861 г.

После 1917 года земельные отношения в России резко изменились. Одним из первых законодательных актов о земле был Декрет «О социализации земли» 1918 года. А положения «О социалистическом землеустройстве» и «О мерах перехода к социалистическому землепользованию» 1919 года закрепили две основные формы: государственную и коллективную. В то же время государство нуждалось в сведениях о земле. Эта потребность определяла состав сведений земельного кадастра и порядок его ведения.

Кадастр представлял собой сведенные в единую книгу регистрационные сведения по землепользователям, а также количественные и качественные характеристики земель [1].

В истории учета земель современной России можно выделить четыре основных периода:

В 1960-1990 гг. особое внимание уделялось землям сельскохозяйственного назначения: перераспределение и сохранение плодородия земель;

в 1992-2001 гг. органы кадастрового учета фактически занимались поддержкой проходившей по всей стране процесса приватизации земель, т.е. кадастр выполнял функции одновременно кадастрового учета и регистрации прав;

в 2001-2008 гг. ведутся две системы учета: по земельным участкам – государственный земельный кадастр (ГЗК), по объектам капитального строительства (ОКС) – организации технической инвентаризации (ОТИ) или бюро технической инвентаризации (БТИ);

с 2008 по настоящее время развивается единая система регистрации прав и кадастрового учета [2].

В соответствии с Федеральным законом от 21.08.1997 №122-ФЗ «О государственной регистрации прав на недвижимое имущество и сделок с ним» были созданы учреждения юстиции, осуществлявшие государственную регистрацию прав на недвижимое имущество и сделок с ним [6].

В Томской области с 3 сентября 1998 года государственная регистрация прав на недвижимое имущество и сделок с ним стала осуществляться учреждением юстиции «Томский областной регистрационный центр». В июне 2002 года оно было переименовано в Учреждение юстиции по государственной регистрации прав на недвижимое имущество и сделок с ним на территории Томской области [3].

В 2004 году в ходе административной реформы Указом Президента Российской Федерации от 9 марта 2004 года № 314 «О системе и структуре федеральных органов исполнительной власти» была образована Федеральная регистрационная служба (Росрегистрация) [4].

В соответствии с Указом Президента от 25.12.2008 №1847 «О Федеральной службе государственной регистрации, кадастра и картографии» Федеральная регистрационная служба была переименована в Федеральную службу государственной регистрации, кадастра и картографии. Ей переданы функции упраздняемых Федерального агентства геодезии и картографии и Федерального агентства кадастра объектов недвижимости [5].

В настоящее время на Федеральную службу государственной регистрации, кадастра и картографии возложены следующие функции:

организация единой системы государственного кадастрового учета недвижимости и государственной регистрации прав на недвижимое имущество и сделок с ним, а также инфраструктуры пространственных данных Российской Федерации;

государственная регистрация прав на недвижимое имущество и сделок с ним;

оказание государственных услуг в сфере ведения государственного кадастра недвижимости, осуществление государственного кадастрового учета недвижимого имущества, кадастровой деятельности, государственной кадастровой оценки земель, землеустройства, государственного мониторинга земель, геодезии и картографии, навигационного обеспечения транспортного комплекса, а также функции по осуществлению государственного геодезического надзора, государственного земельного контроля, надзора за деятельностью саморегулируемых организаций оценщиков, контроля за деятельностью арбитражных управляющих и саморегулируемых организаций арбитражных управляющих, государственного метрологического надзора в области геодезической и картографической деятельности.

Процесс оформления недвижимости и земли всегда ассоциировался с бумажной волокитой, а в наше время еще и с огромными очередями. Современное кадастровое обеспечение развивается вместе с технологиями, поэтому с 2009 года начали открывать многофункциональные центры, работающие по принципу «единого окна». Зарегистрировать дом или землю стало проще, т.к. получить консультацию, сдать документы и оплатить госпошлину можно в одном месте. Также появилась возможность подать заявление на регистрацию online, воспользовавшись сетью Интернет. В Кадастровой палате земельные участки ставятся на государственный учет, сведения о земельных участках, получают по данным межевания земельных участков. Межевание проводят различные частные фирмы, которых на рынке в настоящее время появилось достаточное количество [3]. Федеральным законом от 24.07.2007 г. № 221-ФЗ «О государственном кадастре недвижимости» с 1 января 2011 г. в Российской Федерации вводится институт кадастровых инженеров. Обязанность по выдаче квалификационных аттестатов возложена законом на органы исполнительной власти субъектов РФ [7].

Формирование рынка земли, правильный учет ее стоимости, адекватная земельная политика и ее полноценное информационное обеспечение могут улучшить развитие города в интересах жителей. Основой создания различных информационно-управляющих территориями систем является городской кадастр, поскольку он обладает рядом достоинств:

дает пространственное положение земельных участков и всех объектов недвижимости в городской среде;

объединяет разнородную по структуре и составу информацию и дает этой информации территориальную привязку;

является объективно необходимым процессом для построения рыночной экономики.

Существенную роль в ускорении процессов улучшения городской инфраструктуры будет играть формирование критериев для осуществления земельной налоговой политики, выявление субъектов налоговых льгот, определение и корректировка уровня арендных платежей в рамках проводимой земельной политики. Все это требует соответствующего информационного обеспечения и непрерывного анализа возможных последствий управленческих решений с помощью современных математических моделей и компьютерных систем [3].

ЛИТЕРАТУРА

1. Герман И. Е., История русского межевания, 3 изд. — М., 1914.— 193 с.
2. Григорьев С.А. «Кадастр недвижимости». / С.А. Григорьев, С.А. Атаманов. // Электронный учебник. МИИГАиК.: — Москва., 2010. — 150 с.
3. Интернет — ресурсы: <http://дурс.рф/kadastr>; <http://www.landregister.ru>; <http://www.rosreestr.ru>; <http://geodesy.ru/books/book/1>
4. Указ Президента РФ от 09.03.2004 N 314 (ред. от 22.06.2010) «О системе и структуре федеральных органов исполнительной власти». — М., 2010.
5. Указ Президента РФ от 25.12.2008 N 1847 «О Федеральной службе государственной регистрации, кадастра и картографии». — М., 2008.
6. Федеральный закон от 21.07.1997 N 122-ФЗ (ред. от 12.12.2011) «О государственной регистрации прав на недвижимое имущество и сделок с ним» (с изм. и доп., вступающими в силу с 16.12.2011). — М., 2011.
7. Федеральный закон от 24.07.2007 N 221-ФЗ (ред. от 08.12.2011) «О государственном кадастре недвижимости». — М. 2011.

ПРОБЛЕМЫ ФОРМИРОВАНИЯ КАДАСТРА ОСОБО ОХРАНЯЕМЫХ ПРИРОДНЫХ ТЕРРИТОРИЙ В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Л.В. Бабинович, Д.Д. Федотова

Научный руководитель доцент С.В. Серяков

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

С момента образования в 11 января 1917 году первого государственного заповедника «Баргузинский» в России стала создаваться сеть особо охраняемых природных территорий (ООПТ). Для воплощения в жизнь «Проекта обследования соболиных районов России в 1913-1915 годах» были организованы «соболиные» экспедиции в Сибирь и на Камчатку. Эта экспедиция под руководством Георгия Георгиевича Doppельмайра

получила задание обследовать эту территорию. Почти два года в 1914-1916г.г. в сложнейших условиях учёные вели серьёзную изыскательскую работу – изучали баргузинского соболя, состояние соболиного промысла, обследовали территорию.

На основании материалов экспедиции 17 мая 1916 г. иркутский Генерал–губернатор издал постановление об организации Баргузинского соболиного заповедника, а 29 декабря 1916 г. этот документ был утверждён правительством России

За 95-летнюю историю сеть ООПТ стала одна из самых развитых в мире. Многие российские заповедники и другие ООПТ являются объектами всемирного природного наследия, подпадают под действие других международных конвенций и соглашений [2, 5].

В России создана и функционирует развитая нормативно-правовая база, до последнего времени обеспечивавшая стабильное функционирование ООПТ и достаточную правовую защиту.

Особо охраняемые природные территории – участки земли, водной поверхности и воздушного пространства над ними, где располагаются природные комплексы и объекты, которые имеют особое природоохранное, научное, культурное, эстетическое, рекреационное и оздоровительное значение, которые изъяты решениями органов государственной власти полностью или частично из хозяйственного использования и для которых установлен режим особой охраны.

Государственный кадастр ООПТ включает в себя сведения о статусе этих территорий, об их географическом положении и границах, режиме особой охраны этих территорий, природопользователях, эколого-просветительской, научной, экономической, исторической и культурной ценности. Государственный кадастр особо охраняемых природных территорий ведется в целях оценки состояния природно-заповедного фонда, определения перспектив развития сети данных территорий, повышения эффективности государственного контроля за соблюдением соответствующего режима, а также учета данных территорий при планировании социально-экономического развития регионов. Порядок ведения государственного кадастра особо охраняемых природных территорий устанавливается Правительством Российской Федерации [6].

Сокращение списка базовых кадастровых показателей не допускается. Кадастровой единицей является отдельная ООПТ. Форма заполняется на каждую ООПТ. Заполнение формы осуществляется с использованием общероссийских классификаторов технико-экономической и социальной информации (ОКТЕИ)

Существует ряд проблем, мешающих оформлению и постановке на учет ООПТ:

- 1) проблема изъятия в государственную собственность (не позволяет большое количество землепользователей, в распоряжении которых находились ООПТ);
- 2) отсутствие информации об ограничении хозяйственной деятельности для землепользователей или собственников участков;
- 3) отсутствие единой системы учета данных территорий;
- 4) приоритет экономических интересов над экологическими;
- 5) большие финансовые затраты, связанные с определением на местности, землеустроительными работами и постановкой на учет;
- 6) длительность процедуры государственного кадастрового учета.

В государственный кадастр должны быть включены все категории ООПТ местного (районного), регионального и федерального значения. ООПТ Федерального значения являются Федеральной собственностью и находятся в ведении Федеральных органов государственной власти. ООПТ регионального значения являются собственностью субъектов Российской Федерации и находятся в ведении органов государственной власти субъектов Российской Федерации.

Местного значения ООПТ являются собственностью муниципальных образований и находятся в ведении органов местного самоуправления.

Для включения в единую сеть ООПТ, любой из объектов, независимо от их значения и функциональной роли, должен иметь научное обоснование, организационно-административную основу и детальную картографическую привязку.

Пока, к сожалению, имеются лишь единичные примеры создания местной (районной) сети ООПТ с соблюдением всех необходимых правил и требований. В ряде районов положение таково, что если имеется научное обоснование и картографические материалы порой наблюдается отсутствие законодательных документов, в других случаях имеются территории границы которых были занесены как расчетные в исходной документации, но работы по законному установлению зон так и не были завершены.

Достаточно проблематичные в формировании и проведении землеустроительных работ на ООПТ являются большие площади, отсутствие сведений для их упорядочивания и функционирования, сведения о количественных и качественных характеристиках исследуемой территории. Все это указывает на то, что необходимо произвести полную или целевую инвентаризацию ООПТ с созданием всей необходимой документации для их полноценного функционирования.

Наиболее трудоемкой и дорогостоящей частью этих работ является привязка кадастра ООПТ к кадастру земель и натурный вынос (межевание) их контуров на местности с установлением информационных щитов. Эта работа должна быть проведена в ближайшие годы с привлечением потенциала районных земельных комитетов, кадастровых центров, высших учебных заведений, а по наиболее сложным объектам – специализированных организаций. Без проведения этих, крайне необходимых работ, принятая «схема ООПТ» рискует остаться актом на бумаге. Она же должна стать официальным государственным документом, имеющим реальную юридическую силу, призванную обеспечить экологическое равновесие и устойчивое экономическое развитие.

Подлежащие внесению в государственный кадастр ООПТ сведения собирают и обновляют на основе нормативных документов органов государственной власти Российской Федерации, органов местного самоуправления, на базе инвентаризационных, научно-исследовательских и проектов изыскательских материалов, результатов специальных обследований, данных экологического мониторинга, а также иных источников информации, содержащих достоверные данные об ООПТ.

Для устранения всех трудностей необходимо решить ряд задач, таких как:

- 1) организация и проведение работ по инвентаризации всех объектов и площадей, признанных особо охраняемыми;
- 2) создание единого учета и кадастровой оценки;
- 3) выявление на территории субъекта ценных природных объектов и территорий, которым целесообразно присвоить статус особо охраняемых природных территорий.

Примером создания ООПТ местного значения – «Озерный комплекс п. Самусь», Томская область. Для того чтобы данная территория официально стала ООПТ проводился комплекс работ по инвентаризации и мониторингу ООПТ, мероприятия по организации и охране рекреационной зоны, а также эколого-просветительская деятельность. Эти работы регламентируются правовыми документами: Федеральный закон № 33-ФЗ «Об особо охраняемых природных территориях», закон Томской области № 134-ОЗ «Об особо охраняемых природных территориях в Томской области», решение думы, ЗАТО Северск № 26/7 «О создании особо охраняемой природной территории местного значения» и распоряжение Главы Администрации ЗАТО Северск «О разработке целевой программы «Развитие особо охраняемой природной территории местного значения» «Озерный комплекс пос. Самусь, ЗАТО Северск» [1,3-5]. Результатом является постановка ООПТ на кадастровый учет, что в дальнейшем приведет к снижению антропогенной нагрузки на ООПТ, организации цивилизованного отдыха в рекреационной зоне с минимальным ущербом для окружающей природной среды, т.е. улучшение экологических условий ООПТ.

Для формирования кадастра ООПТ необходимо совершенствовать методику образования и упорядочения существующих землепользований и землевладений для обоснования проведения работ по организации ООПТ местного значения с целью сохранения их природно-ресурсного потенциала и историко-культурного значения территорий.

ЛИТЕРАТУРА

1. Закон Томской области № 134-ОЗ «Об особо охраняемых природных территориях в Томской области». – Томск, 2005.
2. Интернет – ресурсы: http://www.barguzinskiy.ru/barguzinskij_zapovednik/history.html
3. Распоряжение Главы Администрации ЗАТО Северск «О разработке целевой программы «Развитие особо охраняемой природной территории местного значения» «Озерный комплекс пос. Самусь, ЗАТО Северск». – Северск, 2007.
4. Решение думы ЗАТО Северск № 26/7 «О создании особо охраняемой природной территории местного значения». – Северск, 2006.
5. Состояние сети особо охраняемых природных территорий России. Проблемы и пути решения. Краткий аналитический обзор. Гринпис России, – М., 2012. – 37 с.
6. Федеральный закон от 14 марта 1995 г. N 33-ФЗ «Об особо охраняемых природных территориях» (в ред. от 27 декабря 2009 г.). – М., 2009.

СОСТОЯНИЕ ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА КАК ОСНОВА КАДАСТРОВОЙ ОЦЕНКИ ЗЕМЕЛЬ Ю.В. Вакарь

Научный руководитель доцент С.В. Серяков

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Проблема экологической оценки состояния и мониторинга земель является одной из наиболее важных проблем современного практического землеустройства. Она включает широкий спектр вопросов, среди которых оценка потенциального и актуального плодородия, пригодности земель к выращиванию культур, определение уровня их загрязненности химическими соединениями, анализ технологических свойств, пригодности к размещению строительных объектов и коммуникаций, а так же исследование почв как объектов ландшафтного дизайна и санитарии. Многие из этих вопросов решаются на базе современных научных методов и средств анализа. Однако большая часть разработок предназначена для сельскохозяйственных почв, обладающих закономерной структурной организацией и комплексом генетически обусловленных свойств и функций. Городские почвы и почвоподобные объекты, являясь преимущественно продуктом антропогенной организации, резко отличаются по своим характеристикам от природных образований, в связи, с чем традиционные генетические подходы и критерии их оценке могут быть неэффективными [1].

Российская система управления земельными ресурсами реализуется посредством таких функций государственного управления, как ведение государственного земельного кадастра и мониторинга земель; организация и финансирования работ по мелиорации, рекультивации и охране земель; налогообложение и экономическое стимулирование рационального использования земель; регулирование рыночного перераспределения [2].

Государственный мониторинг земель является частью государственного экологического мониторинга (государственного мониторинга окружающей среды) и представляет собой систему наблюдений за состоянием земель. Объектами государственного мониторинга земель являются все земли в Российской Федерации.

Задачами государственного мониторинга земель являются: своевременное выявление изменений состояния земель, оценка этих изменений, прогноз и выработка рекомендаций о предупреждении и об устранении последствий негативных процессов; информационное обеспечение государственного земельного надзора за использованием и охраной земель, иных функций государственного и муниципального управления земельными ресурсами, а также землеустройства; обеспечение граждан информацией о состоянии окружающей среды в части состояния земель; в зависимости от целей наблюдения и наблюдаемой территории государственный мониторинг земель может быть федеральным, региональным и локальным; государственный мониторинг земель осуществляется в соответствии с федеральными, региональными и местными программами; порядок осуществления государственного мониторинга земель устанавливается уполномоченным Правительством Российской Федерации федеральным органом исполнительной власти [3].

Экологический мониторинг включает в себя мониторинг атмосферного воздуха, земель, лесов, водных объектов, объектов животного мира, уникальной экологической системы озера Байкал, континентального шельфа Российской Федерации, состояния недр, исключительной экономической зоны Российской Федерации, внутренних морских вод и территориального моря Российской Федерации. При проведении экологического мониторинга решаются следующие задачи: организация и проведение наблюдения за количественными и качественными показателями (их совокупностью), характеризующими состояние окружающей среды, в том числе за состоянием окружающей среды в районах расположения источников антропогенного воздействия и воздействием этих источников на окружающую среду; оценка состояния окружающей среды, своевременное выявление и прогноз развития негативных процессов, влияющих на состояние окружающей среды, выработка рекомендаций по предотвращению вредных воздействий на нее; информационное обеспечение органов государственной власти, органов местного самоуправления, юридических и физических лиц по вопросам состояния окружающей среды; формирование государственных информационных ресурсов о состоянии окружающей среды; обеспечение участия Российской Федерации в международных системах экологического мониторинга [4].

Изучение состояния почвенного покрова как основы кадастровой оценки земель должно включать в себя эффективное использование и охрану земельных ресурсов, экономический (хозяйственный) и экологический аспект, правового механизма охраны почв. Проводимые в стране преобразования земельных отношений сводились в основном к развитию многоукладных способов хозяйствования на земле. Это отразилось на динамике структуры земельного фонда: продуктивные сельскохозяйственные угодья сократились на 2.1 млн. га, в том числе пашни на 1.2 млн. га, утрата продуктивных сельскохозяйственных угодий обусловлена в основном недоработками их хозяйственного использования, сложной экономической ситуацией в стране. Серьезной проблемой стало повышение эффективности использования земель, в первую очередь пашни. Сегодня она используется крайне неэффективно. Нарушаются севообороты. Резко уменьшилось использование как органических, так и минеральных удобрений, особенно последних. Почти сведено на нет использование ядохимикатов. Нарушаются агротехника как основной, так и предпосевной обработки почвы, агротехника ухода за посевами уборки урожая. Все это привело к резкому повышению степени засоренности полей и, как следствие, к снижению урожайности. Лишь отдельные фермерские хозяйства, правильно используя землю, добились определенных результатов – сохранения и даже повышения урожайности. Техника морально и физически устарела, она практически не обновляется. Имеющаяся техника используется неэффективно, зачастую простаивает из-за отсутствия горючего. Оставляет желать лучшего структура посевных площадей сельскохозяйственных культур. Все это стало возможным благодаря так называемым «перестроечным явлениям» в том числе в нашей стране и в области сельского хозяйства. Это стало следствием формирования новых земельных отношений, основанных на введении частной собственности на землю. Сохраняется потребительское отношение к использованию земли. Таким стало состояние нашего сельскохозяйственного производства в последние девять лет. В результате чего деревня, сельское хозяйство оказалось на грани разрушения, вымирания. Старые колхозы и совхозы повсеместно разрушены, а нового ничего взамен не создано. Появились бросовые земли, то есть безнадзорные, никому «ненужные», никак необрабатываемые, незасеваемые, пустующие. И таких земель по стране миллионы гектар. Для ряда определенных территорий в результате жесткой эксплуатации почв, антропогенного влияния за последние годы характерны истощение почв и резкое падение их плодородия.

К основным экологическим проблемам землепользования относятся процессы и явления, снижающие почвенное плодородие, разрушающие земельные ресурсы страны. Их условно делят на 4 группы:

природные процессы, неблагоприятные воздействие которых на почвенный покров предотвратить нельзя (землетрясения, извержения вулканов, оплывание почв на склонах, карсты и т. д.);

природные процессы, которые человек может в какой-то степени предотвратить или уменьшить негативное воздействие на почву: речная эрозия почв, разрушение берегов морей, озер, водохранилищ волнами, осыпи горных пород, сход селей и занос ценных земель селевыми наносами. Засоление почв вследствие испарения грунтовых вод. Смыв и размыв почв при экстремальных сильных ливнях и очень сильных ветрах;

природные процессы, интенсивное проявление которых обусловлено неразумной хозяйственной деятельностью человека: интенсивный смыв и размыв почвы поверхностным стоком временных водных потоков, интенсивное вздувание почв, занос почв подвижными песками, заболачивание почв и т. д.;

явления целиком связанные с хозяйственной деятельностью человека: загрязнение почв токсическими выбросами в атмосферу, разрушение почвенной структуры и сильное уплотнение почв сельскохозяйственными машинами и орудиями, снижение плодородия от неправильного применения удобрений и пестицидов, разрушение почв на склонах при неправильной обработке, пастбищных склонов при интенсивной пастьбе скота.

В современной России вопросу почвенно-экологической оценки земельных участков пока не уделяется должного внимания при рассмотрении проблем, возникающих в сфере имущественных отношений на землю. В первую очередь это обусловлено недостаточной проработанностью методических подходов к оценке «почвенной» составляющей земельных участков. В обыденном сознании понятия «почва» и «земля», как правило, отождествляются, хотя большинство землевладельцев и землепользователей понимает, что полное отождествление этих понятий неправильно и ошибочно. На практике недоучет таких ошибок часто ведет к прямым финансовым потерям, а также к возникновению издержек экологического и санитарного характера, что в конечном итоге опять-таки оборачивается экономическими просчетами. Приведем простой пример: недоучет уровня плодородия почв, степени их загрязнения при осуществлении сделок купли-продажи земельных участков приводит к незапланированным тратам нового землепользователя для доведения почв до требуемого уровня плодородия или снижения степени их экологической опасности. Дело в том, что в отличие от земельных участков, почвы как объект имущественных отношений и (или) объект экономической эксплуатации сложны для стандартизации и технической регламентации. Этому есть ряд объективных причин. Первую причину мы видим в том, что в современном мире почвы в основном рассматриваются: как объект эксплуатации для производства растительной продукции; как компонент окружающей среды, регулирующий состояние экосистем и биосферы в целом [5].

Углубление земельной реформы в России вызывает необходимость дальнейшего совершенствования правового механизма охраны почв как природного ресурса, внесения соответствующих поправок в природоохранительное, земельное и административное законодательство, укрепления судебной системы и усиления государственного земельного контроля. Отдельные нормы по регулированию отношений в сфере охраны и использования земель, в том числе почв содержится в ряде федеральных законов, таких как Земельный кодекс РФ «Об охране окружающей природной среды», «О недрах», «Основы лесного законодательства РФ», «Об обеспечении единства измерений», «О плате за землю», «Об особо охраняемых природных территориях» и другие. Однако эти нормы, рассредоточенные по разным законам, не обеспечивают системного подхода к решению сложнейшей проблемы сохранения почв как стратегического невозобновимого природного ресурса. Таким образом, одной из причин ухудшения состояния почв является отсутствие законодательного акта о почвах, обязывающего принимать меры по объективной оценке состояния и сохранения почв, предотвращению их деградации.

Литература

1. Смагин А.В., Азовцева Н.А., Смагина М.В., Степанов А.Л., Мягкова А.Д., Курбатова А.С. Некоторые критерии и методы оценки экологического состояния почв в связи с озеленением городских территорий // Почвоведение. — М., 2010. — №12. — С. 603-614.
2. Янюк В.М. Методология стоимостной оценки информации прикладного почвоведения в системе управления и охраны плодородия почв // Почвоведение. — М., 2008. — № 9. — С. 1113-1126.
3. Земельный кодекс Российской Федерации: Статья 67. Государственный мониторинг земель в ред. Федерального закона от 21.11.2011 N 331-ФЗ. — М., 2011.
4. Федеральный закон «Об охране окружающей среды». Глава X. государственный экологический мониторинг (государственный мониторинг окружающей среды) (в ред. Федерального закона от 21.11.2011 N 331-ФЗ). — М., 2011.
5. Куст Г.С. Почвенно-экологическая оценка и экспертиза земель современной России: методические и методологические аспекты практических приложений, типология задач. Доклады по экологическому почвоведению, №3, вып.3. 2006, с 26-48 <http://soilinst.msu.ru/>

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ЗЕМЕЛЬ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО НАЗНАЧЕНИЯ В РАЗНЫХ СТРАНАХ

Т. О. Герасимова

Научный руководитель профессор О. А. Пасько

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Эффективность ведения сельскохозяйственного производства принято оценивать по ряду критериев, среди которых климат, ландшафт, площадь территории, технологии производства и т.д. Они позволяют выявить общие закономерности и особенности в организации производства, наметить перспективы повышения его эффективности. Целью наших исследований было сравнение территориальных, социальных и производственных показателей Канады, Польши и России (на примере Томской области). Выбор объектов был связан с тем, что климат России и Канады схож, а площадь Томской области близка к площади территории Польши.

Сравнительный анализ территорий выявил, что, в связи с суровым климатом, Томская область и Канада выделяют на долю сельского хозяйства 6,4% и 7% всей территории соответственно. Польша отводит под земли сельскохозяйственного назначения больше половины территории (Польша, 50,9%), что можно объяснить как более мягким климатом, так и сравнительно высокой плотностью населения (табл.).

Таблица

Основные характеристики рассматриваемых стран и регионов.

Наименование	Польша	Канада	Россия	Томская область
Общая площадь, км ²	312679	10 млн.	17 075 400	314391
Площадь земель с/х назначения, тыс. га	15916 (50,9%)	70 000 (7%)	168086 (9,8%)	2020,6 (6,4%)
Население, тыс. чел.	38192,000	34 000, 000	143030,106	1045,541
Плотность населения, чел./км ²	123,00	3,4 чел	8,36	3,33
Посевная площадь на душу населения, га	0,042	0,97	0,548	1,93

В Польше сельское хозяйство является одной из главных отраслей. В сельской местности проживает треть населения (38 %), четверть населения (28 %) занята в сельскохозяйственном производстве. Численность КФХ составляет около 2,9 млн., средняя площадь которых 5,8 га. Площадь подавляющего большинства польских хозяйств (свыше 70 %) не превышает 5 га, при том, что их общая площадь меньше 19 % от общей территории сельских угодий.

Сравним эти показатели по Томской области. В АПК области в целом занято около 29% трудоспособного населения, как и в Польше. Крестьянские (фермерские) хозяйства занимают 13,9% площади от хозяйств всех категорий, это ниже, чем по России (21 %). На территории Томской области численность крестьянских хозяйств достигает 230 (на 01.01.2011), средний размер которых составляет около 239,68 га. Значительную часть земель сельскохозяйственного назначения занимают сельскохозяйственные организации - 81,7%, из них малые предприятия – 31,7%. На долю хозяйств населения выделено 4,4%. Сельскохозяйственная отрасль является социально значимой для региона.

В России сельскохозяйственные организации также занимают значительную часть территории - 74,62%, и земли хозяйства населения – 4,63%. Более четверти населения России проживает в сельской местности. В среднем один работающий в сельском хозяйстве обеспечивает работу 6–8 работающим в других отраслях народного хозяйства. Что касается показателей Канады, в которой занято 15% экономически активного населения, дающее 9% ВВП, то под сельскохозяйственными угодьями в Канаде занято около 70 млн. га, при этом около 80% площади сельскохозяйственных земель находится в крупных капиталистических хозяйствах. Средняя площадь одной фермы – 220-240 га (рис. 1).

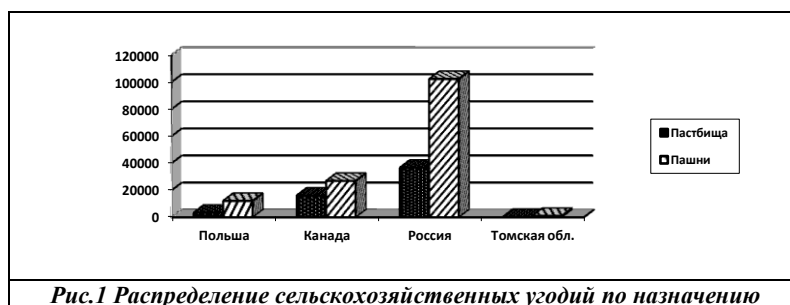


Рис. 1 Распределение сельскохозяйственных угодий по назначению

Рассматриваемые страны большое значение отводят растениеводству. В Томской области более 80% пахотных земель сосредоточено на юге, где, по большей части, выращивают пшеницу, рожь, овес, ячмень. Производство зерна направлено в основном на обеспечение животных растительным кормом, однако не в больших количествах производится товарное зерно. Выращиванием овощей и картофеля, как правило, занимаются пригородные сельскохозяйственные предприятия. Картофель так же является важной культурой для населения области в целом, для ЛПХ. В области расширяются объемы выращивания льна.

Выращивание пшеницы актуально не только для Томской области, но и для всей России. По итогам 2011 года наша страна стала третьей в мире по объему экспорта пшеницы. Также были собраны рекордные урожаи сахарной свеклы и рапса. Значительно увеличились урожаи картофеля, овощей, гречихи.

Практически те же культуры доминируют и в Польше. Характерной особенностью польского сельского хозяйства является то, что на продажу идет лишь 60% продукции от общего объема аграрного производства. Оставшийся объем используется для личных нужд самих крестьян. Другая особенность – в низком использовании химикатов и выращивании экологически чистой и полезной для здоровья продукции. Растениеводство достаточно развито в Канаде. При сохранении крупнейшего производства зерна (пятое место в мире по сбору зерновых и третье место по сбору пшеницы) растет роль кормовых культур (рапс, ячмень, кукуруза) и масличных культур. Структура посевных площадей сельскохозяйственных культур во всех категориях хозяйств представленных рассматриваемых стран в % ко всей посевной площади можно наблюдать на рис. 2.

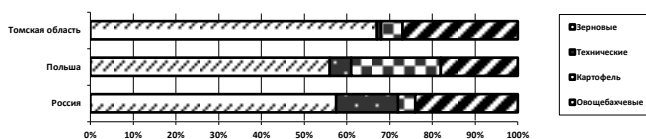


Рис.2. Посевные площади, занятые под производство сельскохозяйственных культур, %

Говоря о животноводстве в России, отметим, что в текущем году по многим показателям оно сохранило положительную динамику в развитии. За 9 месяцев было произведено скота и птицы на убой на 4,4% больше, чем за аналогичный период прошлого года. В текущем году продолжился рост производства мяса птицы и свиней. За 9 месяцев объемы производства на убой свиней увеличился на 5%, птицы - на 11,4%. В текущем году значительно снизились темпы сокращения крупного рогатого скота. поголовье коров выросло на 0,6%, а в крестьянских (фермерских) хозяйствах на 20%. поголовье птицы возросло на 4,3%. В Томской области по объемам производства свинины одна из компаний аграрной отрасли (ЗАО «Сибирская Аграрная Группа») входит в пятерку лидеров РФ. Высокоразвито производство мяса птицы, где используются современные технологии производства.

В животноводстве Польши и Канады преобладают свиноводство и разведение крупного рогатого скота. Они опережают птицеводство и овцеводство.

Проанализировав все вышесказанное, можно сделать некоторые выводы. Томская область, имея наиболее суровый климат и наименее пригодные условия для сельского хозяйства, показывает стабильные результаты в растениеводстве. Обеспеченность необходимыми площадями кормовых и зерновых культур, естественными сенокосами и пастбищами создает щадящие условия для развития животноводства. Это позволяет области достигать всероссийского уровня. Сельскохозяйственная отрасль является социально значимой для региона, поскольку обеспечивает занятость почти трети дееспособного населения. Деятельность предприятий аграрной отрасли направлено на перспективу, о чем говорит проводимая модернизация производства. Вместе с тем Россия продолжает закупать продукцию растениеводства и животноводства за рубежом (в частности, в Канаде и Польше).

Канада располагает мощным крупнокапиталистическим высокотоварным сельским хозяйством с развитым агропромышленным комплексом. Она полностью обеспечивает себя основными видами продукции и является крупным экспортером на мировом рынке. Польша является крупным производителем и экспортером продукции в Европе. По производству мяса страна занимает не самое высокое место (16-е) в мире и в Европе (7-е), но входит в десятку крупнейших производителей молока. Таким образом, проведенный сравнительный анализ позволил выявить особенности ведения сельскохозяйственного производства, связанные с климатическими факторами, системой ведения производства и уровнем технического оснащения

Литература

1. Сравнительный анализ рыночных показателей и эффективности использования земель с/х назначения в Европе и России. Отчет - Информационно-аналитическая служба Федерального портала «Индикаторы рынка земли» — М., Январь 2008 г.
2. Дайджест публикаций СМИ о ситуации в российском с/х и аграрных и социальных вопросах в регионах России (07 ноября 2011 г.)- Агентство АгроФакт, 07.11.2011— М., 2011.
3. Сельское хозяйство Томской области: Стат.сб./ Томскстат-Т., 2011
4. Заключительные итоги уборки урожая 2011 года и задачи на 2012 год. Сопровождение под руководством Елены Скритник – 10.01.2012. (Источник: ИА SoyaNews. Регион: Россия).
5. Электронные ресурсы
6. <http://www.gks.ru>
7. <http://www.arto.ru>
8. <http://tmsk.gks.ru>
9. <http://www.euroruss-business.com>

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГИС-ТЕХНОЛОГИЙ В АДАПТИВНО-ЛАНДШАФТНОЙ СИСТЕМЕ ЗЕМЛЕДЕЛИЯ

Н.В.Грязнова

Научный руководитель профессор О.А.Пасько

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г.Томск, Россия

В настоящее время в сельскохозяйственной сфере наблюдается переход к адаптивно-ландшафтной системе земледелия. Специалисты в этой области осознали, что действуя в союзе с природой, можно добиться больших успехов, чем пытаюсь покорить её, то есть, характер аграрного природопользования должен соответствовать природно-ресурсному потенциалу территории. Такой вид земледелия позволит использовать земли определенной агроэкологической группы в целях производства продукции в соответствии с

потребностями общества, природными и производственными ресурсами. Для того чтобы найти для каждой морфологической единицы ландшафта наилучшее применение, необходимо разработать этапы работы аналитических, ретроспективных и прогностических исследований. Осуществить это возможно, обладая обширными знаниями специфики местных природных ландшафтов. Такая информационная база существует в организациях, занимающихся исследованиями в области сельского хозяйства, но в основном вся информация представлена на бумажных носителях и потому громоздка. Традиционная технология анализа таких материалов затрачивает много сил и времени. К тому же часть информации выпадает из научного оборота, впоследствии чего появляются ошибки, снижающие качество работы.

Таким образом, встает проблема – как систематизировать всю существующую информацию о агроландшафтах и с помощью нее рационально спроектировать системы земледелия.

Решение поставленной задачи помогают найти последние достижения информатики. Создаются новые системы, которые могут интегрировать опыт многих специалистов в области агрономии, биологии, сельского хозяйства, экономики и прочих смежных областей деятельности. Это позволяет разрабатывать максимально эффективную и экологически безопасную адаптивную агротехнологию для каждого хозяйства с учетом природных условий и экономических ограничений. Примером таких компьютерных разработок могут послужить ГИС – технологии. ГИС-технологии - это система позволяющая оптимизировать процесс анализа. Она помогает специалистам при сборе, хранении и анализе пространственной информации.

Преимущества Гис – технологий:

Снабжение информацией процесс проектирования систем земледелия

Повышение эффективности за счет рационального использования ресурсов

Контроль за точностью и качеством выполнения проектных и производственных заданий

Возможность специалиста вносить изменения и хранить ее в привязке к географическим объектам

более быстрый и точный расчет потенциальной продуктивности земель по отношению к различным культурам.

В целом можно сказать, что специалист, занятый непосредственно в производстве теперь без особых затруднений может использовать весь великий и разнородный объем знаний с/х наук для выбора стратегии в зависимости от складывающейся обстановки территории.

Рассмотреть принцип работы Гис-программы можно на примере отдельного сельхозпредприятия – с. Лучаново. Картограммы по данному объекту предоставленные ГНУ СиБНИИСХиТ Россельхозакадемии переводятся в векторные данные. Они позволяют быстро ответить на вопросы: «Что находится в...?» (определить место), «Где это находится?» (пространственный анализ), «Что изменилось начиная с...?» (определить временные изменения на конкретной площади), «Какие пространственные структуры существуют?», «Что если?» (моделирование). Также можно получить ответы на более сложные вопросы, такие как: «Как влияет на урожайность сельскохозяйственных культур внесение определенных удобрений?».

Процесс наложения объединяет данные об объекте. Например, одновременно дается информация о почвах, уклоне, растительности и урожайности (рисунок). Непространственный анализ ГИС дает возможности: запроса по атрибутам и их отображение; поиск цифровых карт и их визуализация; классифицирование непосредственных данных; картографические измерения (расстояния, направления, площадь); статистические функции.

В качестве векторного слоя к электронной карте выполнены тематические слои с детализацией до масштаба 1:25000. Картограмма содержания фосфора показывает, что 88 % обследуемых пахотных почв имеют повышенное и высокое содержание подвижного фосфора и 12 % - среднее. Содержание обменного калия 43 % пахотных почв с низким содержанием (41-80 мг/кг), 19 % со средним содержанием (81-120 мг/кг), 17 % - повышенное (121-170 мг/кг) и 26 % - высокое (>171 мг/кг). По содержанию в почве гумуса преобладают площади со средним содержанием гумуса – 73%, с повышенным содержанием – 13 %, и с низким – 14 % (таблица).

Проанализировав полученные данные можно отметить, что содержание определенных тяжелых металлов значительно ниже предельно допустимых концентраций в почве, утвержденных МИНЗДРАВом СССР, №6229-91 и ориентировочно допустимых концентраций их в почвах с различными физико-химическими свойствами, утвержденных ГОСКОМсанэпиднадзором России, ГН 2.1.7.020-94, а также ниже кларка общероссийского и по Сибирскому региону.

ГИС-программой созданы вспомогательные слои, помогающие судить о сложности микрорельефа землепользования. Это слои изображающие: дороги, населенные пункты, границы землепользования; точки высот и изолинии (через 25 и 5 метров). В частности, слой почвенного покрова землепользования с. Лучаново сообщает, что на данной территории 63% - подтип темно-серых лесных почв, 15% - светло – серых и 22% - серых лесных почв.

Таким образом, собрана и систематизирована в геоинформационной системе основная информация о почвах с. Лучаново.

Таблица

Характеристика почв производственного подразделения ГНУ СибНИИСХиТ Россельхозакадемии (с. Лучаново) по содержанию гумуса

Подтип серой лесной почвы		Содержание гумуса		
название	площадь, га	низкое	среднее	повышенное
Темно-серая	687	100	467	120
Серая оподзол.	240	60	160	20
Светло-серая	170		170	
Всего	1097	160	797	140

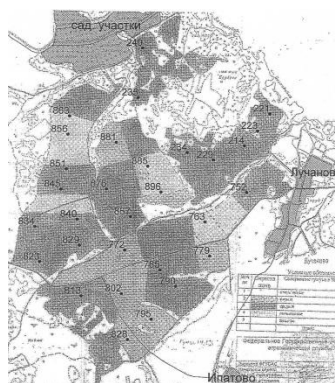


Рис.1. Номера точек обследования пахотных почв

Эта работа требует логического продолжения с целью внедрения и развития адаптивно-ландшафтной системы земледелия, учитывая все местные условия и накопленные знания.

В России ГИС-технологии медленно, но уверенно входят в применение. Работа эта важная и перспективная. Данные СибНИИСХ показывают, что затраты труда и времени при проектировании систем земледелия снижаются в 3 раза. А эффективность агротехнических и агрохимических мероприятий за счет их рационального размещения повышается на 20-30%. Можно представить, насколько повысится эффективность землепользования, когда Россия полностью перейдет на использование ГИС программ для развития адаптивно-ландшафтных систем земледелия.

Литература

1. Адаптивно-ландшафтные системы земледелия для основных природно-сельскохозяйственных регионов страны [Электронный ресурс, Официальный сайт Всероссийского Научно-исследовательского Института земледелия и защиты почв от эрозии] // Условия доступа: <http://vnizem.k46.ru/0.htm>
2. ГИС-технологии в адаптивно-ландшафтном земледелии [Электронный ресурс, Официальный сайт компании ArcReview]// Условия доступа: <http://> Рис.1. Номера точек обследования пахотных почв
3. www.dataplus.ru/Arcrev/Number_20/10_gis.htm

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СОВРЕМЕННОГО ГЕОДЕЗИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ ЗЕМЛЕУСТРОЙСТВА И ГРАДОСТРОИТЕЛЬСТВА

В.В. Дрогин

Научный руководитель ассистент В.Ю.Берчук

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Интенсивное развитие общества и индустрии устанавливает новые требования и задачи в области землеустройства и градостроительства, что в свою очередь побуждает изменять методики, подходы, использовать современное геодезическое оборудование, программное обеспечение для того, чтобы соответствовать новым потребностям рынка и успешно выполнять поставленные задачи. Сокращение сроков проведения полевых и камеральных работ и повышение их качества, при выполнении заказов, может быть достигнуто только за счет использования в работе современного геодезического оборудования. В то время как устаревшее оборудование становится неконкурентоспособным и приводит к оттоку клиентов, увеличению стоимости работ.

Геодезическая съемка, проводимая с помощью таких приборов как 2Т-30, 2Т-15, может занимать значительное время. При этом фиксировать данные приходится на бумажном носителе, а затем переносить в специальные программы, что является нерациональным использованием времени сотрудников. Использование

современного геодезического оборудования позволяет значительно ускорить решение поставленных задач за счет упрощения или исключения определенных операций (запись данных с прибора в тетрадь, перенос из тетради в компьютер и др.), повысить точность измерений, и облегчить работу сотрудников.

При решении задач землеустройства и градостроительства по планированию, организации рационального использования земель, межеванию земель с установлением (восстановлением) и закреплением на местности административно-территориальных границ и границ земельных участков землепользователей в единой государственной системе [1], необходимо получить фактические данные - плановые и высотные координаты. Для определения координат, в зависимости от поставленных задач, могут быть использованы различные геодезические приборы: теодолит, тахеометр, GPS приемники. Использование того или иного оборудования обуславливается множеством факторов (климатические условия, рельеф, стоимость и др.).

На спортивном комплексе «Политехник» планируется строительство лыжной/роликовой трассы, в связи с чем потребовалось определить абсолютные отметки и плановые координаты проектируемой трассы. Для определения плановых и высотных координат использовали современное геодезическое оборудование фирмы Leica: GS10 и GS15 - универсальные многоцелевые спутниковые геодезические GNSS-приемники, GS10-контроллер. Данное оборудование было предоставлено фирмой «Навгеоком» - эксклюзивным мастер-дистрибьютором Leica Geosystems в России.

Плановые и высотные координаты базовой станции (GS10), которую установили вблизи корпуса №20 Томского политехнического университета, были получены через соединение со станцией, установленной на здании мэрии г. Томска. GNSS-приемник GS15 был использован в качестве ровера. Контроллер GS10, также используемый в работе, может соединяться как с базой, так и с ровером и позволяет контролировать работу GNSS-приемников.

Используемое спутниковое оборудование имеет GSM/GPRS модемы, которые позволяют производить съемку в режиме RTK (Real Time Kinematic). RTK съемка - это измерения, при которых ровер (подвижный GNSS приемник) с помощью радио или GSM/GPRS модема связывается с базовой станцией (неподвижный GNSS приемник с известными координатами), получает поправки и определяет свои координаты с высокой точностью (плановая точность: 10 мм+1 ppm, точность по высоте: 20 мм+ 1 ppm [3]). Благодаря такой технологии, непосредственно в поле определяются пространственные координаты с высокой точностью.

Определение плановых и высотных координат планируемой лыжной/роликовой трассы проводили в режиме RTK. Съемка всей трассы, длиной 4500 м заняла около 4 часов. Были определены координаты проектных точек.

Запись полученных координат производили в автоматическом режиме на карту памяти, находящуюся в ровере GS15. Контроллер GS10 в процессе работы информировал о связи со спутниками и позволял контролировать получение и запись данных.

Полученные координаты с карты памяти были перенесены в компьютер и обработаны с помощью программного обеспечения Leica Geo Office (LGO), поставляемого с оборудованием. Данные планового и высотного положения точек были использованы для составления фактического положения лыжной/роликовой трассы. Дальнейшая обработка проводили в программном обеспечении ESRI ArcGis, обладающим широким инструментарием анализа пространственной информации [2]. С использованием данного программного продукта из точек с координатами была построена трасса, и как основа подложен космический фотоснимок территории исследования, что позволило выявить грубые ошибки, и сделало чтение данных наглядным и удобным. Полученная карта представлена на рисунке.



Рис. Карта проектной лыжной/роликовой трассы

Создание трассы подразумевает проведение дополнительных работ по возведению подъемов и спусков, создание контур-уклонов в точках поворотов трассы. Данные виды работ будут проводиться на основе проекта, выполненного проектной организацией.

Следует отметить, что используемое оборудование не включает работу со спутниковой системой ГЛОНАСС, которая входит в состав комплекта оборудования как дополнительная опция, что являлось причиной использования малого количества спутников при съемке, а иногда и потерей связи приборов со спутниками в участках с густыми лесопосадками.

Таким образом, использование современного геодезического оборудования для решения задач землеустройства и градостроительства позволяет сократить время, затрачиваемое на полевые и камеральные работы, облегчить работу сотрудников, при этом качество работы улучшается. Программное обеспечение, поставляемое с геодезическим оборудованием, дает возможность проводить быструю и качественную обработку данных и решать многие задачи в автоматическом режиме. Основным «недостатком» современного геодезического оборудования является его высокая стоимость.

Литература

1. Земельный кодекс Российской Федерации: текст с изм. и доп. 3-51 на 1 июня 2011 г. – М.: Эксмо, 2011. – 128 с. – (Актуальное законодательство: библиотека «Российской газеты»).
2. Руководство пользователя ArcGIS Survey Analyst.
3. www.leica-geosystems.com

БОЛОТА КАК САМООРГАНИЗУЮЩАЯСЯ СИСТЕМА В ПРИРОДЕ И ПРОБЛЕМЫ ЗЕМЛЕПОЛЬЗОВАНИЯ

Е.А. Евсеева, Ю.В.Краева

Научный руководитель профессор В.Н. Сальников

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Любая структура существует в пространстве и времени только за счет рассеивания энергии – разница лишь в характерных временах существования [3]. Обратимся к диссипативным структурам в окружающей природе на макроуровне – к болотам. Казалось бы, они являются равновесными, но оказывается и эти системы можно отнести к далеким от равновесия. Функционирование экосистем верхних болот сопровождается интенсивным отложением торфа. В результате первичный торф местности выравнивается, но вместо него образуется новый, болотный рельеф. Такая форма характерна лишь для небольших болот. С ростом размера меняется и рельеф болота. На его поверхности возникают регулярные периодические структуры понижений и повышений. Это, так называемый, грядово-мочажинный или грядово-озерковый комплекс. Условия возникновения и существования грядово-мочажинных комплексов исследовали с помощью машинной имитации (рис.1.) Имитационный эксперимент показал последовательное изменение поверхности болота (верхние линии) и водного зеркала (нижние линии). Структура болота существует в пространстве и времени за счёт диссипации влаги, считает автор экспериментов Ю.М. Свирежев.

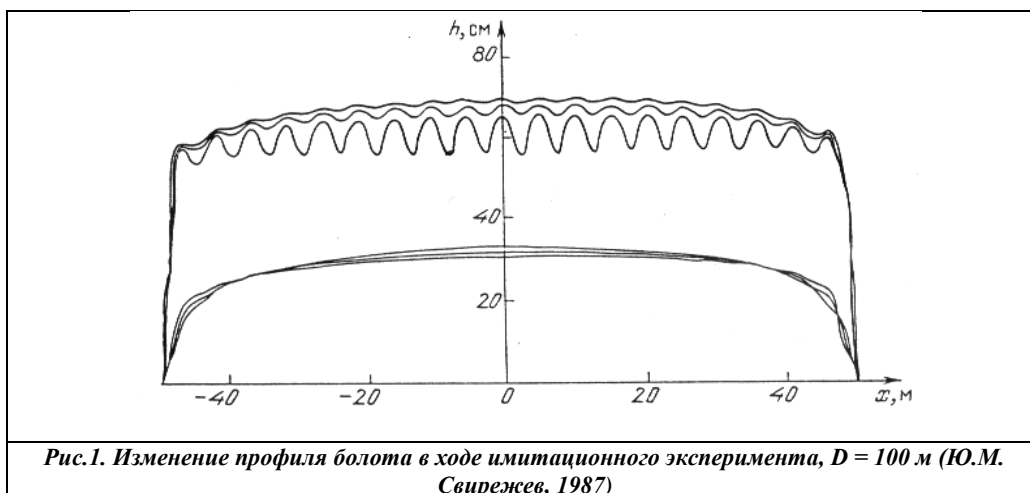


Рис.1. Изменение профиля болота в ходе имитационного эксперимента, D = 100 м (Ю.М. Свирежев, 1987)

Меньшее количество энергии, поступающее извне, он объясняет количеством влаги, которое должно стечь с болота, а оно увеличивается пропорционально его площади (квадрату радиуса). В то же время дренирующая способность краёв болота пропорционально периметру (радиусу болота). В результате часть эффективных осадков идёт на повышение уровня болотных вод, то есть на изменение параметра ответственного за бифуркацию решений системы.

Но этой энергии недостаточно для поддержания поясов обводнённых разрывов в торфе, которые состоят из мочажин, озёрков и озёр. В народе эти углубления в толще торфа называют окнами или окнищами[4]. Эти, как бы, собранные в ряды водяные соты протягиваются на несколько километров и занимают около половины площади болотных массивов. Двигаясь поперёк такого пояса на расстоянии всего 300–400 м, можно насчитать до 30–40 рядов мочажин и разделяющих их торфяных гряд. Интересно, что у мочажин отвесные стенки, и окончательно сформировавшись, они прорезают торфяную толщу на 5–7 м – до подстилающих торфяных озёрных глин.

В.Н. Сукачёв ещё в 1926 году назвал мочажины и озёрки вторичными образованиями. Считается, что вторичные водоёмкости верховых болот весьма динамичны. Если в поясе разрывов вода, поднимается вверх, мочажина переполняется и превращается в озеро, а озёрки сливаются в озера диаметром от 500 до 2000 м. Это уже настоящие болотные моря. Например, Васюганские болота в Западной Сибири.

Объяснить с помощью имитационного эксперимента посредством математической модели процесса самоорганизации, приводящие к возникновению «диссипативной структуры» болот, вряд ли удастся без подвода дополнительной энергии из более глубоких частей Земли. На болоте возникают ячейки Бернара, в центре которых возникают окна, где вода поступает вверх, подпитывает торфяник и опускается опять вниз, но в замедленном режиме. Как считает В.Н. Сальников, это те же «Таловские чаши», только гексагональные ячейки, образованные торфом, псевдоморфно замещены внутри водой. Они не зарастают и не заиливаются, в них не растёт болотная растительность и они выступают как изначальная «данность» болот, а не вторичные образования[2]. Поверхность болота, состоящая из постоянно действующих гексагональных ячеек Бернара, декорируется впоследствии растительностью и обрамляется торфяниками, заполняясь постоянно подходящими восходящими водами подземных водоносных горизонтов. Особенно наглядно они проявляются при замерзании болотного массива, где на периферии окон образуются ледяные жилы, именно они уходят на глубину, образуя дополнительные стенки ячеек (П.Ф. Швецов, Б.И. Втюрин, 1986) Такие ячейки проявляются и при вытаивании мёрзлых горных пород, где скрепляющим материалом являются гексагональные решётки льда, но они на 80% заполнены горными породами (песчаниками, глинами, почвой).



На фото 1 представлены ячейки бывших мёрзлых горных пород, напоминающих волны диссипации на поверхности кипящей жидкости. (берег р. Лены ниже Якутска). П.Ф. Швецов, Б.И. Втюрин, 1986.



На фото 2 представлено болото в районе д. Сухое (Бакчарский район). Фото В.Н. Сальникова.

Выделяют ещё один регулирующий фактор развития торфяных куполов и образования в них обводнённых поясов – это газы, заключённые в толще торфа (В.А. Фриш, 1993). Подмечено, что по краям водоёма на торфяниках поднимаются пузырьки газа – метана, оксидов азота и др. [4].

Итак, в болотах, как в неравновесных системах, мы также наблюдаем появление пространственных упорядоченных структур. Это сложная система, состоящая из ряда подсистем – вода, порода, растительность, газ, которая образует специфическую самоорганизующуюся геометрию пространства кристаллографии. Возникают, так называемые, временные упорядоченные структуры. Н.А. Ярославцев (2005) предполагает, что существование и распространение многоуровневых ячеистых структур, представляет собой естественную системообразующую и необходимую составляющую Природы, которая характеризуется математическими моделями, под названием – «странный аттрактор» и возникает при самоорганизации диссипативных систем [5].

Существуют проблемы природопользования. Например, Савичев О.Г. в своих работах отмечает заболачивание в настоящее время территории Западно-Сибирской низменности, т.е. подтоплением Томской области, а возможно и трансгрессией Ледовитого океана и предлагает возобновить проект переброски северных рек в Среднюю Азию. Практическое значение болот заключается в использовании торфа на топливо, удобрения и для получения технических продуктов – воск, биостимуляторы, креолин, фенолы. Применяется как утеплительный материал (изоплиты), для пищи скоту [1]. До недавнего времени бытовало мнение, что современные болота не имеют никакой пользы, поэтому их следует осушать везде как можно скорее и как можно больше. Преобразование природы, всё более ускоряющиеся, уже привело к коренному изменению многих ландшафтов. Мелиорация вызвала значительные сдвиги в природных экосистемах многих регионов средней полосы и северо-запада Европейской части России. Например, 2–3 метровый торфяной слой болот срабатывается

до минерального грунта через 10-20 лет после осушения. Вода болот – это огромный пока мёртвый капитал, представляющий существенный потенциальный фонд будущего, когда ещё острее станет нужда в пресной воде.

Литература

1. Савичев О.Г. Оценка русловых деформаций в бассейнах рек Васюган и Парабель (Западная Сибирь)// Известие ТПУ. Науки о Земле – Томск, 2008. – Том 313 – №1. – С.83 - 87.
2. Сальников ВН, Сальникова ЕН, Новгородов НС, Потылицына ЕС, Энергоинформационная модель кристаллографической самоорганизации травертиновых чаш на примере Томской области // Проблемы экоиформатики.: Материалы 6-го межд. симп: – Москва, 2004., – С.169 -173.
3. Свиричев Ю.М. Нелинейные волны, диссипативные структуры и катастрофы в экологии. – М.: Недра, 1987. – 368 С.
4. Фриш В.А. «Окна» верховых болот // Природа – М., 1993. - № 12. – С.76 -79.
5. Ярославцев Н.А. О существовании многоуровневых ячеистых энергоинформационных структур. – Омск: Полиграфический центр КАН, 2005.-184с.

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ УПРАВЛЕНИЯ ЗЕМЕЛЬНЫМИ РЕСУРСАМИ МУНИЦИПАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ

Д.В. Ермаков, Е.Ф. Лешневская.

Научный руководитель доцент А.М. Ермакова

Государственный нефтегазовый университет, г. Тюмень, Россия

Детальное исследование земельных отношений, основ управления земельными ресурсами способствует всё большему осознанию того, что земля - это не просто ресурс, но и достояние, которое необходимо сохранять и приумножать, как важную составляющую жизни, для благосостояния и процветания России и её граждан.

Проводимая в нашей стране земельная реформа направлена на развитие управления земельными ресурсами. Новые принципы и методы управления в области земельных отношений способствуют увеличению налогооблагаемой базы, привлечению инвестиций в развитие регионов и муниципальных образований, созданию эффективной системы обеспечения гарантий для субъектов земельных отношений. От эффективности управления земельными ресурсами муниципальными органами власти зависит, в первую очередь, устойчивость развития поселения и его инвестиционная привлекательность и социальная стабильность его граждан [3].

Вопросы землепользования в городах являются такими же актуальными и острыми, как и проблемы рационального использования земель сельскохозяйственного назначения, лесного и водного фондов. Это связано, прежде всего, с высокой концентрацией населения, промышленности, объектов культурно-бытового назначения на ограниченной территории. Обладая значительными материальными ресурсами и высоким интеллектуальным потенциалом, города позволяют привлекать инвестиции для быстрого экономического развития. Фундаментом всего этого является устойчивое землепользование и регулируемый оборот земли. В условиях проведения земельной реформы государство выпустило из рук стратегическое управление земельно-ресурсным потенциалом. Это обернулось ростом темпов деградации земель, свертыванием работ по повышению плодородия почв и благоустройству земель, крайней слабости материальной базы агропромышленного комплекса, отсталости его инфраструктуры и неэффективности городского и сельского землепользований. При этом земля как основной базис всех процессов жизнедеятельности общества в политической, экономической, социальной, производственной, коммунальной, экологической и других сферах обладает стоимостью, качественная оценка которой представляет собой одно из важнейших условий нормального функционирования и развития многоукладной экономики.

Необходимость в получении достоверной стоимости земельных участков испытывают как государственные, так и муниципальные органы исполнительной власти в целях эффективного использования земельных ресурсов и проведения рациональной земельной и налоговой политики.

Новизна и сложность многочисленных вопросов, требующих оперативного решения на федеральном, региональном и муниципальном уровнях, определяют актуальность данной темы исследования.

Нами выделены следующие основные стратегические цели, которые необходимо достичь для повышения эффективности управления земельными ресурсами:

- повышение эффективности использования земли на территории муниципального образования;
- увеличение доходной части местного бюджета от земельных платежей и операций, связанных с землей;
- максимальное удовлетворение потребностей в земельных участках, как граждан, так и предприятий различных отраслей хозяйствования на территории города;
- предельное вовлечение земли в оборот и создание необходимых условий для реализации инвестиционного потенциала земель.

Управление в целом, а особенно управление земельными ресурсами, является целенаправленным действием. На практике это означает, что органы власти устанавливают определенные правила и условия владения, пользования, распоряжения объектами управления. Наибольший эффект от реализации мер, предусмотренных этими правилами и условиями, достигается тогда, когда управленческое воздействие со

стороны муниципалитета системно, т.е. связано с комплексом мер, образующих так называемую систему управления.

Система управления земельными ресурсами органом местного самоуправления включает следующие элементы:

1. Планирование и прогнозирование использования земельных ресурсов. Процесс планирования является средством претворения идей в реальность и заключается в первую очередь в формализации целей и задач, а также средств их достижения в соответствии с реальными ресурсными возможностями. В процессе планирования принимаются решения относительно направлений деятельности по управлению, устанавливаются очередность действий, приоритеты. Применительно к земельным отношениям в поселениях данный элемент системы необходимо рассматривать в двух аспектах: как перспективное планирование застройки населенного пункта с учетом прилегающих территорий на основе градостроительной документации и как общее планирование регулирования и развития земельных отношений на территории муниципального образования.

2. Экономическое стимулирование рационального использования земельных ресурсов. Основное содержание рассматриваемого элемента системы управления земельными ресурсами заключается в регулировании механизмов платежей за землю. В первую очередь это определение размера земельного налога по видам использования земли на территории поселения, установление методики расчета арендной платы и предоставление льгот отдельным категориям землепользователей и арендаторов. Данная функция в системе управления земельными ресурсами является мотивировочной, так как от нее зависит увеличение доходной части бюджета муниципальных образований.

3. Информационное обеспечение системы управления земельными ресурсами. Этот элемент системы управления предусматривает изучение, оценку, систематизацию и учет объекта управления, т.е. земельных ресурсов, а также прочно связанных с ними объектов недвижимости. Кадастр, в котором отражены местоположение, количественные и качественные характеристики земель, а также их правовое положение, представляет собой информационную составляющую системы управления, необходимую для выработки и реализации управленческих решений. Следует отметить, что задачи муниципального информационного обеспечения земельными ресурсами несколько иные, чем в системе государственного кадастрового учета.

4. Нормативно-правовое обеспечение системы управления земельными ресурсами. Данный элемент системы управления также необходим для выработки управленческих решений и относится к числу ключевых. Управление земельными ресурсами осуществляется на основе нормативных актов, положений и правил, установленных законодательным органом управления. От своевременности и правильности принятия нормативно-правовой базы во многом зависит и степень эффективности управления.

5. Мониторинг земель. Мониторинг земель представляет собой систему наблюдений за состоянием земель на территории поселения. Основная задача мониторинга — своевременное выявление изменений в состоянии земель, оценка этих изменений, прогноз и выработка рекомендаций о предупреждении и устранении последствий негативных процессов. Следует отметить, что основные функции данного элемента реализуются, как правило, на землях сельскохозяйственного назначения.

6. Организация землеустройства. Данная составляющая системы управления отвечает за организацию и реализацию управленческих решений. Землеустройство представляет собой техническую и организационную составляющую системы управления земельными ресурсами. На него возложены функции организации рационального использования земель, образования новых и упорядочения существующих объектов землеустройства, установления их границ на местности (территориальное землеустройство), организации работ по перераспределению земель, установлению черты городских и сельских поселений, выявлению неиспользуемых земель и вовлечению их в оборот.

7. Муниципальный контроль за использованием и охраной земель.

Целями охраны земель являются:

- предотвращение деградации, загрязнения, захламления, нарушения земель, других негативных (вредных) воздействий хозяйственной деятельности;

-обеспечение улучшения и восстановления земель, подвергшихся деградации, загрязнению, захламлению, нарушению, другим негативным (вредным) воздействиям хозяйственной деятельности [2].

Данная функция является одной из ключевых в системе управления земельными ресурсами и относится к категории контрольных. Контроль за соблюдением земельного законодательства, требований охраны и использованием земель, а также контроль за должностными лицами, которые управляют земельными ресурсами, осуществляется на территории муниципального образования независимо от вида собственности на землю и организационно-правовых форм хозяйствования.

Приведенный перечень проблем может быть разрешен только при условии формирования единой государственной и муниципальной политики, направленной на повышение эффективности использования земельных ресурсов, находящихся в федеральной и муниципальной собственности.

Литература

1. Конституция Российской Федерации. Гимн Российской Федерации. Серия «Закон и общество». — Ростов — на — Дону, «Феникс», 2004. — 48 с.
2. Земельный кодекс РФ (ЗК РФ) от 25.10.2001 N 136-ФЗ — М., 2001.
3. Федеральный Закон от 30 сентября 2003 г. №131-ФЗ «Об общих принципах организации местного самоуправления в Российской Федерации». — М., 2003.

**ИССЛЕДОВАНИЕ ЭКОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ ОЦЕНКИ СТОИМОСТИ
ЗЕМЕЛЬНО-ИМУЩЕСТВЕННОГО КОМПЛЕКСА В ОМСКОЙ ОБЛАСТИ****О.А. Зайцева**

Научный руководитель доцент И.В. Хоречко

Омский государственный аграрный университет им. П.А. Столыпина, г. Омск, Россия

Стоимость любого земельно-имущественного комплекса определяется совокупностью разнонаправленных факторов, характеризующих величину положительных и отрицательных денежных потоков, сопряженных с коммерческим использованием собственности. Стоимостным эквивалентом экологических факторов являются так называемые экологические издержки, которые в общем виде состоят из определенного вида затрат и определенного вида экономических результатов.

Под экологическими факторами в контексте оценки земельно-имущественного комплекса понимается совокупность чисто природных и природно-антропогенных факторов, не являющихся средствами труда, предметами потребления или источниками энергии и сырья, но оказывающих непосредственное воздействие на эффективность и полезность использования земельно-имущественного комплекса [1]. Важнейшей особенностью учета экологических факторов при оценке рыночной стоимости имущества является дифференциация уровней опосредования влияния факторов окружающей среды на показатели доходности объекта. От этого в решающей степени зависит состав экологических издержек, которые необходимо учитывать в расчетах. Экологические издержки в общем случае локализируются на трех уровнях:

на общегосударственном или народнохозяйственном уровне;

на уровне конкретного субъекта хозяйственной деятельности (коммерческий уровень);

на уровне конкретного гражданина или конкретной семьи (субъектно-индивидуальный уровень).

Основными эколого-экономическими параметрами, которые должен определить эксперт-оценщик, работающий на приватизационном рынке, обычно являются:

капитальные и текущие затраты на проведение природоохранных мероприятий по предотвращению загрязнения окружающей среды и нарушения ее компонентов;

платежи за выбросы, сбросы и размещение загрязняющих веществ в окружающей среде в пределах и сверх установленных лимитов;

штрафы за нарушение природоохранительного законодательства и компенсации в возмещение причиненного ущерба;

причиняемый экономический ущерб, выражающийся в потере прибыли в связи с негативным влиянием на трудовые ресурсы и основные фонды предприятия.

Факторы, которые непосредственным образом влияют на стоимость недвижимости:

социальные факторы, лежащие в сфере национальных традиций и культуры. Иногда эти факторы просто воспринимаются сознанием, иногда базируются на фактических цифрах или фактах;

экономические факторы, которые соотносятся с возможностью заказчика купить и использовать недвижимость; всегда присутствуют на общенациональном, региональном или местном уровнях;

факторы властного управления; даже незначительные изменения в денежной политике могут иметь далеко идущие последствия в контексте влияния на стоимость;

физические, природоохранные; имеются в виду различия в местоположении, топографические особенности, климатические условия и другие подобные факторы.

Экологические факторы именуются как физические, окружающая среда и характеристики местоположения. В ходе анализа таких факторов важно четко разграничивать, с одной стороны, характеристики собственно участка, к числу которых можно отнести размер, топографию и другие физические параметры, а с другой стороны, показатели местоположения. Первая группа факторов влияет на стоимость недвижимости постольку, поскольку собственник объекта может воспользоваться присущими объекту характеристиками. Вторая группа признаков влияет на стоимость косвенно – насколько близки и доступны те или иные, внешние по отношению к данному участку, объекты. Удачная модель оценки объекта будет учитывать как первую, так и вторую группу характеристик. Вторая группа показателей, связанных с местоположением играет первостепенную роль в определении стоимости землевладения и разного рода улучшений на них. Стоимость недвижимости, сходной по физическим параметрам, может сильно отличаться [2].

В исследовании на основе кадастровой информации произведен сравнительный анализ районов Омской области: Любинского, Называевского, Русско-Полянского и Тарского, представляющих разные природно-сельскохозяйственные зоны Омской области. В таблице приведены сравнительные данные о площади застроенных земель, количества жилищного фонда, численности населения, удаленности от областного центра, количества выброшенных в атмосферу загрязняющих веществ и удельного показателя кадастровой стоимости 1м² земель в муниципальных районах Омской области.

Таблица

Сравнение влияния количества жилищного фонда, площади застроенных земель, численности населения, состояния окружающей среды и кадастровой стоимости

Муниципальный район	Ср. уровень кадастровой стоимости 1 м ² земель, руб.	Площадь застроенных земель, га	Численность населения, тыс. чел.	Кол-во квартир, ед.	Кол-во ИЖС, ед.	Удаленность мун. района от областного центра, км	Выброшено в атмосферу загрязняющих веществ, тыс. тонн
Кормиловский	72,98	2649	24,742	9692	10821	50	0,514
Любинский	55,34	2358	37,754	14770	11264	45	1,157
Муромцевский	40,07	2085	23,960	13112	17896	250	1,454
Называевский	48,70	1958	23,924	10838	15136	206	0,651
Русско-Полянский	49,54	1835	19,263	8822	12761	160	0,815
Тарский	44,89	3320	46,693	22322	27674	302	6,987

По этим данным построена диаграмма, которая наглядно показывает различия районов по показателям.

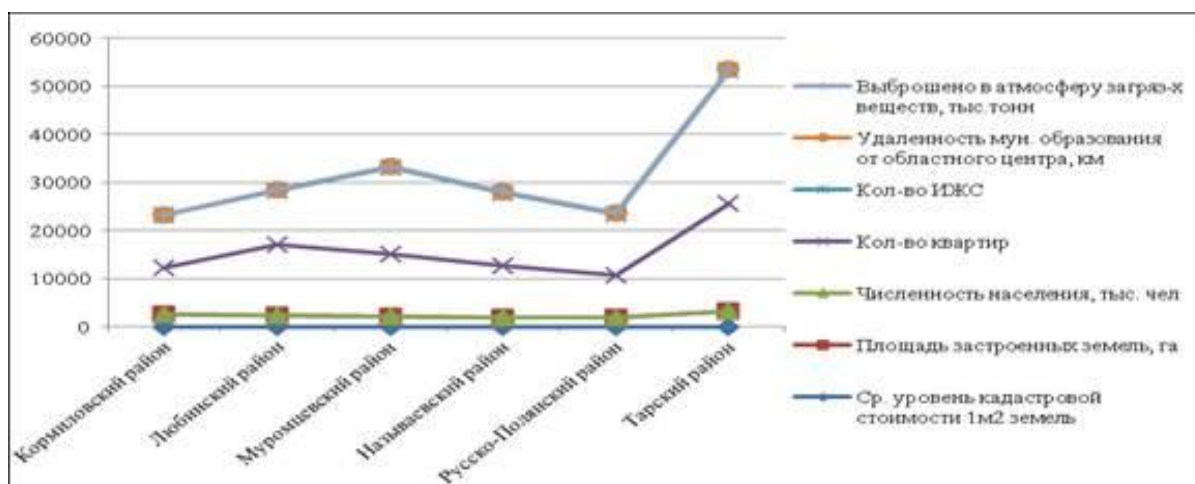


Рис.1 Диаграмма сравнения удельного показателя кадастровой стоимости, площади застроенной территории, численности населения, количества квартир и ИЖС, удаленности муниципальных образований от областного центра и количества выброшенных в атмосферу вредных веществ

Для выявления влияния на средний уровень кадастровой стоимости 1м² земель этих показателей была рассчитана множественная корреляционная зависимость, которая показала, что сравнительные данные имеют среднюю и высокую тесноту связи [3].

Уравнение зависимости имеет следующий вид:

$$УПКС_{расч} = 28,81 + 0,026X_1 + 1,105X_2 - 0,005X_3 - 0,003X_4 - 1,63X_5; R=0,98.$$

где: УПКС_{расч} – расчетный удельный показатель кадастровой стоимости земель населенных пунктов, руб./м²; X₁ – площадь застроенных земель, га; X₂ – численность населения, тыс. чел.; X₃ – кол-во квартир; X₄ – кол-во индивидуальных жилых домов; X₅ – количество выброшенных в атмосферу вредных веществ, тыс. тонн., R – коэффициент регрессии.

Данные исследования свидетельствуют о том, что в ряде муниципальных образований возможности наиболее эффективного и рационального использования земельно-имущественного комплекса муниципальных образований использованы не полностью. Так, например, в Тарском районе площадь застроенных земель, численность населения, количество квартир, количество ИЖС – выше, а значение удельного показателя кадастровой стоимости не существенно отличается от других районов. Это говорит о том, что на средний уровень кадастровой стоимости земель оказывают влияние все факторы, включая и субъективные. Экологические факторы, такие как состояние окружающей среды и местоположение земельно-имущественного комплекса, его удаленность от областного центра, оказывают большое влияние на стоимость земельно-имущественного комплекса в целом. От того, насколько благоприятна экологическая обстановка на территории, на которой размещен земельно-имущественный комплекс, зависит спрос на него.

Литература

1. Варламов А.А. Земельный кадастр. В 6 т. Т.5. Оценка земли и иной недвижимости / А.А. Варламов, А.В. Севостьянов. – М.: КолосС, 2006. – 265 с.
2. Ожерельев М.В. Методологические основы определения эколого-экономических показателей земельно-имущественного комплекса // Экономический вестник ростовского государственного университета. – Ростов-н/Д: РГУ, 2008. - Вып. 6. н. 4. ч. 3,- 0,2 п.л.
3. Терешкина М. С. Проблемы земельного налогообложения и пути их решения в целях совершенствования земельных отношений (на примере Пензенской области) [Текст] / М. С. Терешкина, Н. А. Киселева // Землеустройство, кадастр и мониторинг земель., 2010. - N 10. - С. 57-61.

РАЗВИТИЕ ФЕРМЕРСКИХ ХОЗЯЙСТВ В МОЛДОВЕ**Е. Зубко**

Научный руководитель доцент И. Ботнаренко

Государственный аграрный университет Молдовы, г. Кишинев, Молдова

Индивидуальная деятельность в молдавском сельском хозяйстве разнообразна. Целью данного исследования являются земли фермерских хозяйств. Общая площадь фермерских хозяйств в настоящее время составляет 555,1 тыс. га, а отдельных участков сельскохозяйственного назначения - 284,7 тыс. га [4].

Удельный вес сельскохозяйственной продукции фермерских хозяйств в общем объеме (в стране) имеет важное значение и составляет, в среднем, за последние три года: зерновые, включая кукурузу - 40 %, подсолнечник - 30 %, сахарная свекла - 11 %, фрукты - 57,9 %, виноград - 79,8 % [1].

Надлежащее сравнение производственного потенциала фермерских хозяйств с другими сельскохозяйственными предприятиями может быть сделано в том случае, когда условия формирования и деятельности проанализированы и сопоставимы.

На начальном этапе земельной реформы, формирования сельскохозяйственных предприятий, в качестве единицы сравнения могут считаться: оптимальная площадь земельного участка; размеры материально-технической базы, участвующей в производстве; финансовая поддержка, политика субсидирования, доступная для всех предприятий; юридическое сопровождение, организационное, методическое и методологическое на равных условиях и т.д.

На самом деле, фермерские хозяйства были сформированы в более сложных условиях, чем другие организационные формы деятельности. В процессе приватизации сельскохозяйственных земель, средняя площадь, при которой можно было сформировать одно фермерское хозяйство, составляла от 1 до 3 га земли, разделенная на 5-7 участков со средней площадью 0,2-0,3 га, разбросаны на 3-5 км друг от друга.

Для формирования фермерского хозяйства с минимальной площадью 10 га необходимо было купить дополнительно землю у других собственников [3]. В процессе приватизации (реформирование коллективно-колхозного хозяйства) материально-техническая база была распределена по принципу пропорционального долевого участия в накоплении имущества. Это привело к тому что, чтобы иметь в пользовании одну единицу техники требовалось объединение нескольких обладателей имущественных долей. Исходя из этого большинство фермерских хозяйств, на начальном этапе, не располагали необходимой техникой. Большинство фермеров, до настоящего времени, не владеют своей имущественной долей.

Важную роль в развитии сельского хозяйства в целом играет финансовая поддержка (налоговая политика, политика субсидирования и т.д.). Более практичной формой кредитования является залог. Фермерские хозяйства не располагали привлекательными объектами для залога. Также размер тарифной ставки по кредитам непривлекателен для фермеров. Субсидирование в сельском хозяйстве ещё долго не будет адекватно потребностям.

Одной из особенностей развития фермерских хозяйств был низкий уровень теоретических и практических, методико-методологических, юридических знаний, а также организаторской деятельности. В настоящее время фермерские хозяйства составляют 42 % от общей площади земель сельскохозяйственного назначения. Удельный вес площадей фермерских хозяйств имеет тенденцию к снижению. В ходе исследования (2002-2010) площадь фермерских хозяйств сократилась на 178 тыс. га. Площадь земель, не вовлеченных в организационно-правовые формы, увеличилась на 100 тыс. га.

Условия развития, неудовлетворительная финансовая политика, налоговая политика, законодательная основа, на начальном этапе вместе взятые, не могли не иметь, отрицательный эффект. Многие фермерские хозяйства разорились: их земли частично были проданы, другие используются как индивидуальные участки. Собственники разоренных хозяйств перешли в другие отрасли.

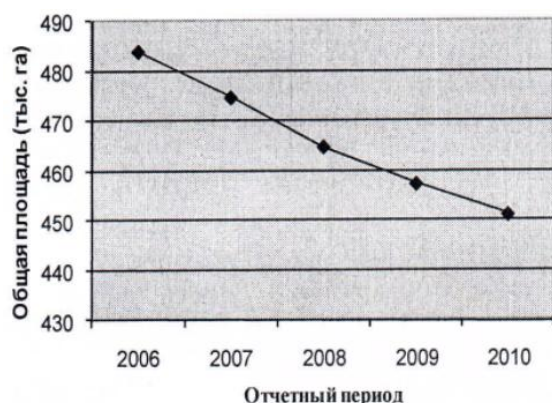


Рис. 1 ДИНАМИКА фермерских хозяйств со средней площадью менее 10 га

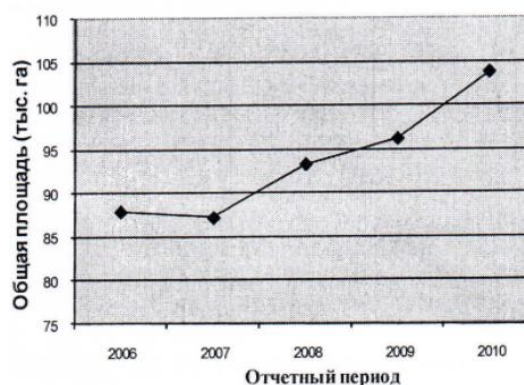


Рис. 2 ДИНАМИКА фермерских хозяйств со средней площадью более 10 га

Возникает вопрос: Какие фермерские хозяйства выжили в столь неблагоприятных условиях?

Чтобы ответить на этот вопрос попробуем разделить объект нашего исследования на более мелкие части. Информация, используемая нами, позволяет делить земельный фонд на фермерские хозяйства площадью до 10 га и более. В динамике, общая площадь фермерских хозяйств находится в небольшом, но стабильном падении (рис.1). В течение пяти лет фермерские хозяйства со средней площадью до 10 га уменьшились приблизительно на 33 тыс. га. В свою очередь, за тот же период времени, фермерские хозяйства со средней площадью более 10 га увеличились на 16 тыс. га (рис.2).

Мы осознаём факт, что разделительная линия между тенденциями падения и роста площадей установленная на уровне 10 га может быть уточнена в зависимости от специализации хозяйства. Однако, важно то что, с точки зрения размеров землепользования доказано наличие оптимальных форм и содержания [2].

Важно проанализировать эти две группы фермерских хозяйств с точки зрения интенсификации производственного процесса, инвестиций в сельское хозяйство. Косвенными факторами в этом случае могут быть площади виноградников и фруктовых садов, оросительные системы и т.д.

В результате анализа мы обнаружили, что тенденция уменьшения фермерских хозяйств со средней площадью менее 10 га сопровождается и уменьшением площадей виноградников и садов (рис. 3). Также, увеличение площадей фермерских хозяйств со средней площадью более 10 га сопровождается ростом площадей.

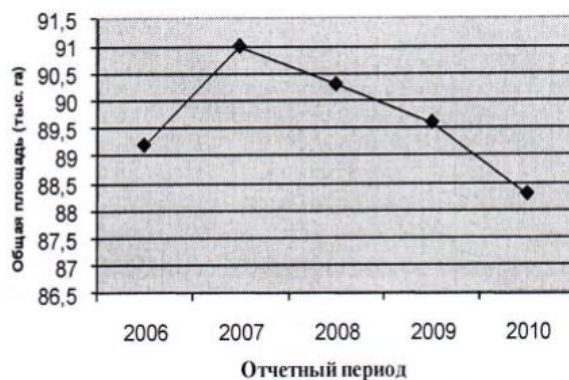


Рис. 3. ДИНАМИКА виноградников и садов в составе фермерских хозяйств с площадью менее 10 га

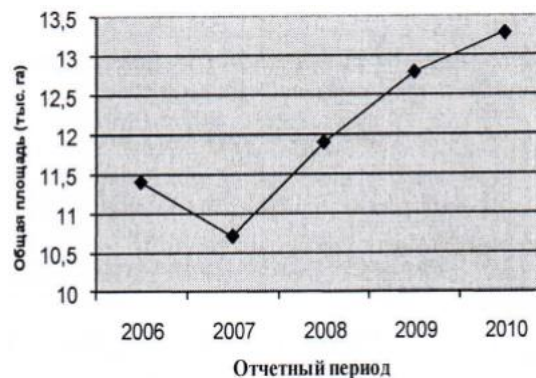


Рис. 4. ДИНАМИКА виноградников и садов в составе фермерских хозяйств со средней площадью более 10 га

Таким образом, на основе полученных результатов, графического и статистического анализов тенденций развития фермерских хозяйств и многолетних насаждений могут быть сформулированы выводы о положительном влиянии оптимальных размеров на интенсификацию производственного процесса и в конечном результате на эффективность отрасли в целом.

Выводы

Фермерские хозяйства, от начальной стадии их формирования и до сих пор, с точки зрения фискальной политики, субсидирования, предоставления организационной поддержки, правовой и др. структуры были в условиях менее благоприятных, чем другие организационно-правовые формы.

На протяжении периода исследования наблюдается что общая площадь фермерских хозяйств имеет тенденцию к медленному, но устойчивому снижению.

Установлено существование оптимальных размеров предприятий в составе организационно-правовых форм.

Удельный вес садов и виноградников в общей площади фермерских хозяйств выше, чем в составе других организационно-правовых форм. В тоже время, в фермерских хозяйствах площадью более 10 га, удельный вес садов и виноградников увеличивается. Это доказывает следующее:

- расширение площадей фермерских хозяйств осуществляется за счет свободных от многолетних насаждений, пахотных участков;
- расширение площадей садов и виноградников осуществляется за счет собственных инвестиций.

Литература

1. Anuarul statistic al Republicii Moldova. Biroul National de Statistica al Republicii Moldova. - Chisinau: 2010.
2. I. Botnarenco, E. Zubco. Categoria de destinatie a terenului in continutul cadastrului. In: Stiinta agricola, UASM, Chisinau, 2011, nr. 1, p. 55-58., 0,66 c.a. ISSN 1857-0003.
3. I. Botnarenco, E. Zubco. Vanzarea - cumpararea terenurilor destinate agriculturii (aspecte economice, juridice, politice). In: Sisteme informatiale geografice, edifia XIX, Materialele Simpozionului stiintific international dedicat jubileului de 60 ani ai facultatii Cadastru si Drept. Lucrari stiintifice, UASM, Chijinau: Centrul editorial al UASM, 2011, vol. 30, p. 122-128, ISBN 978-9975-64-125-8.
4. Cadastrul funciar al Republicii Moldova pe anii 2002-2010. Agenda Relafii Funciare si Cadastru a Republicii Moldova. - Chisinau: 2003, 2004, 2005, 2006, 2007, 2008, 2009, 2010, 2011.

ПРОЦЕСС СОЗДАНИЯ ТОПОГРАФИЧЕСКОЙ КАРТЫ ПО РЕЗУЛЬТАТАМ АЭРОФОТОСЪЕМКИ

Д. М. Калошина

Научный руководитель профессор О. А. Пасько

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Наличие топографической карты является необходимым условием для начала любых инженерных или строительных работ на территории большой площади. Ее составляют после проведения специального комплекса топографо-геодезических работ. Используют: наземную съемку (на небольших участках), аэрофотосъемку (самый распространенный вид съемки для изучения больших территорий), спутниковую съемку (для больших малоосвоенных территорий).

Современные компьютерные и цифровые технологии существенно облегчают задачу составления топографических карт. Визуализация местности в 3D-модели с помощью компьютерных программ позволяет проектировать и учитывать не только расположенные сооружения, но и все тонкости рельефа. Данная статья посвящена процессу создания топографической карты в среде компьютерного моделирования PHOTOMOD по данным аэрофотосъемки, в котором автор принимал участие.

Аэрофотосъемкой называется совокупность работ, в результате которых получают аэроснимки местности. Это - летные, аэрофотосъемочные, полевые фотолабораторные и полевые фотограмметрические исследования.

По данной методике процесс создания топографической основы включает в себя следующие этапы:

1. составление летной карты с указанием маршрута (галсы), высоты и скорости самолета при полете;
2. получение фотоснимков с помощью малой авиации (самолет АН-2) и автоматизированного цифрового аэрофотосъемочного комплекса;
3. составление накидного монтажа (фотоплан без файла привязки) с помощью ГИС «PHOTOMOD» модуль «АТ»;
4. нанесение опорных точек (топознаков) на фотоплан и их визуализация на местности;
5. привязка аэроснимков с помощью электронного тахеометра Trimble 3600;
6. расчет ведомости координат, ввод координат в проект привязки, их обработку и изготовление фотоплана необходимого масштаба, при помощи программы «PHOTOMOD»;
7. векторизация полученного фотоплана (получения цифровой карты (топоплана) в нужной системе координат с нанесением горизонталей и отметок высот) при помощи ГИС «PHOTOMOD» модуль «VectOr 9».

Составления летной карты. Летную карту создают на основе уже существующей карты местности (обычно крупного масштаба) с целью нанесения маршрута полета (галсы). Аэрофотосъемку выполняют с соблюдением условий в зависимости от того, какой топографический материал необходимо получить. Нашей задачей являлось получение топоплана М 1:2000 с помощью цифрового фотоаппарата HasselBlad (22 MPix). Перед выполнением работ в КПК была введена информация о рельефе местности, фокусное расстояние объектива цифрового аэрофотоаппарата (АФА) и требуемое продольное перекрытие стереопар в процентах. В процессе выполнения полета в КПК поступали данные о путевом угле движения воздушного судна (ВС) от GPS приемника и о магнитном курсе от электронного магнитного компаса. На основании этих данных вычисляли угол сноса летательного аппарата и определяли момент спуска затвора на АФА. С помощью вышеописанного цифрового аэрофотосъемочного комплекса «АЭРОГИС» получали фотоснимки для дальнейшей обработки и создания фотоплана, который требовалось аакординировать в нужной системе.

Программа PHOTOMOD. Дальнейшие работы с аэрофотоснимками производили при помощи программы «PHOTOMOD». Одним из главных достоинств этой цифровой фотограмметрической системы является модульность. Каждый модуль системы предназначен для выполнения необходимых операций на соответствующем этапе обработки проекта. Благодаря этому возможна оптимальная настройка конфигурации

системы под конкретное производство, поэтому организация, может покупать только те модули и в таком количестве, которые необходимо для технологического цикла.

В состав используемой нами системы входила управляющая оболочка PHOTOMOD Core и 7 основных модулей: DTM, SreteoDraw, StereoVector, Mosaic, StereoLink, StereoACAD, VectOr.

Система PHOTOMOD производит обработку проекта в четыре этапа: формирование сети, измерение сети, уравнивание сети, обработка сети. Для перехода с этапа на этап использовали Диспетчер проекта. На первом этапе Формирования сети производили ввод маршрутов и изображений блока. Нами была создана блок-схема из проделанных маршрутов и аэрофотоснимков путем их добавления по очереди, один за другим, в определенной последовательности: На этапе Измерение сети запускался модуль PHOTOMOD AT (Aerial Triangulation), в котором происходила подготовка данных для уравнивания сети фототриангуляции. Обработка проекта в данном модуле включала в себя внутреннее ориентирование, взаимное ориентирование, измерение опорных точек, измерение межмаршрутных связей. Также регулировали параметры фотокамеры: устанавливали необходимый угол, под которым производили съемку. Из снимков местности, но с разных точек, получали одно изображение. Все фотографии синхронизировали - если менялась ориентация в пространстве одной, вторая автоматически подстраивалась под нее. Программа ее местоположение опознавала не только по приближительным условным координатам, но и по цветовой гамме.

Следующими этапами были запуски модулей PHOTOMOD Solver, в котором происходило уравнивание блочной сети фототриангуляции. Программа показывала всю картину с необходимыми тройными перекрытиями, а инструменты контроля точности и графические средства представления и анализа ошибок обеспечивали успешную реализацию проекта фототриангуляции. В конечном итоге это гарантировало надежность и высокое качество выходных продуктов. PHOTOMOD StereoDraw был необходим для создания и редактирования трехмерных векторных объектов в стереорежиме с привязкой, которые являлись базовой основой для построения модели рельефа при загрузке в модуль PHOTOMOD DTM. Кроме того, модуль содержал программу 3D-Mod для трехмерного моделирования и экспорта результатов в формат AutoCad. PHOTOMOD DTM был необходим для построения и обработки цифровой модели рельефа (ЦМР) в виде триангуляционной сети (TIN-ов), а также просмотра и редактирования ЦМР и базовых векторов в стереорежиме. PHOTOMOD Mosaic использовали для построения непрерывных ортофотопланов из отдельных растровых изображений, когда в процессе построения корректировались геометрические и фотометрические искажения, а результат ортотрансформирования был представлен в виде единого кадра или набора листов в заданной картографической проекции. PHOTOMOD VectOr-модуль, был предназначен для создания, редактирования и работы с электронными картами. Система позволяла создавать векторные, растровые и матричные карты, а также 3D модели местности, оперативно обновлять различную информацию о местности на основе аэро- и космических снимков, результатов геодезических измерений, графических материалов. Ее можно было использовать как самостоятельно, так и совместно с другими модулями PHOTOMOD. По завершение всех работ по монтажу и векторизации изображений, мы получали готовую топографическую карту местности.

Основным и самым универсальным достоинством данного программного обеспечения, на мой взгляд, было то, что на любой стадии пользователь мог сохранять результаты работы, а затем продолжать ее с того же места при последующем запуске. Также важной являлась возможность обработки снимков в центральной проекции в огромном числе формата изображений (TIFF, BMP, RSW, NITF, JPEG, GIF, PNG) и система хранения данных, ориентированная на распределенную сетевую обработку (независимо от того, в каких каталогах на каких компьютерах в сети хранили эти данные). Оператор, работавший в любом модуле PHOTOMOD, видел их как единый виртуальный каталог, содержащий все доступные проекты PHOTOMOD. Другими бесспорными преимуществами являлись простота и доступность интерфейса. Все было полностью русифицировано. Программа осваивалась легко и быстро, даже начинающим пользователем.

Таким образом, использование данной программы позволяет получать пространственную информацию на основе изображений практически всех доступных съемочных систем таких, как кадровые цифровые и пленочные камеры, космические сканирующие системы высокого разрешения, а достоинства, минимальные программные требования и области применения позволяют использовать ее повсеместно.

Литература

1. Геодезические, картографические инструкции, нормы и правила. «Руководство по топографической съемке шельфа и внутренних водоемов». – Москва : ЦНИИГАиК, 1989. – 56 с.
2. Назаров А. С. Фотограмметрия// Назаров А. С.: Учебное пособие для студентов вузов. – Минск: ТетраСистемс., 2006. – 31 с.

ПРОБЛЕМА УСТАНОВЛЕНИЯ И ЗАКРЕПЛЕНИЯ ГРАНИЦ ВОДООХРАННЫХ ЗОН НА МЕСТНОСТИ (С ЦЕЛЬЮ ПОСТАНОВКИ ИХ НА ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КАДАСТРОВЫЙ УЧЕТ)**Д.М. Калошина**

Научный руководитель доцент С.В. Серяков

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Россия располагает значительными запасами пресных вод. Водные объекты в России для водохозяйственных нужд используют не только поверхностные, но и подземные. Объёмы забираемой воды с помощью подземных и поверхностных водозаборов велики. Восполнение водных объектов происходит за счет поверхностного и подземного стоков. Во многих регионах нашей страны сложившиеся природно-климатические условия слагающие основу водного баланса в основном положительны.

Согласно общепринятому определению, поверхностный сток – процесс перемещения вод атмосферного происхождения по земной поверхности под действием силы тяжести; составная часть круговорота воды на Земле. Подземный же сток – это перемещение подземных вод под действием пьезометрического напора и силы тяжести. Нарушение стока – есть изменение естественного водного и химического режима рек или подземных вод в результате хозяйственного преобразования и загрязнения ландшафтов водосбора, водоносных горизонтов, руслового регулирования, водозабора и сброса вод в речную сеть [7].

Для предотвращения всевозможных нарушений водного законодательства необходимым атрибутом в эксплуатации водных объектов является межевание и закрепление границ водоохранных зон на местности, что теоретически должно упорядочивать хозяйственную деятельность человека на законодательном уровне.

Однако в большинстве городов России в настоящий момент пока наблюдается отсутствие скоординированной работы между органами Федерального и местного самоуправления. Дело в том, что согласно Водному кодексу РФ, права на распоряжение природными водными объектами, не отнесенных к федеральной собственности, переданы местным органам власти [2].

Об этом свидетельствует освоение водосборных территорий для целей индивидуального жилищного строительства. Это спровоцировано тем, что для водосборных территорий в большинстве городов страны санитарно-защитные зоны были занесены как расчетные в исходной документации, но работа по законному установлению зон так и не была завершена.

Санитарно-защитные и водоохранные зоны призваны создать барьер между предприятиями и иными объектами, являющимися источниками вредных химических, физических и биологических воздействий на состояние водных ресурсов. Повсеместное установление санитарно-защитных зон относится к планировочным мерам охраны окружающей среды от деятельности промышленности и населения, с развитием населенных пунктов.

В настоящее время, повсеместно, во всех основных сферах производства (сельское хозяйство, горнодобывающая, нефтегазовая, обрабатывающая промышленности) используют водные ресурсы. На сегодняшний день уже вполне очевиден тот факт, что в ряде регионов страны – в Центральной России, на Северном Кавказе и Дальнем Востоке питьевая вода становится дефицитом и подается по графику.

Согласно Постановлению коллегии Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору от 2 апреля 2008 года, «Законодательством РФ не определены понятия «экологический ущерб», «экологические обременения», не регламентированы вопросы ответственности за экологические обременения, нанесенные в результате прошлой хозяйственной деятельности. Отсутствуют методики выявления, учета и оценки «экологического ущерба», связанного с хозяйственной деятельностью. Отсутствует актуализированная и систематизированная информация об объектах/источниках «экологического ущерба», о территориях, загрязненных в результате хозяйственной деятельности, об уровнях их загрязнения и о масштабах «экологического ущерба», накопленного в результате прошлой хозяйственной деятельности. Не отработаны механизмы финансирования соответствующих мероприятий по ликвидации «экологического ущерба», связанного с хозяйственной деятельностью, и реабилитации загрязненных территорий». Более того, в нем же говорится о том, что комплексная оценка накопленного экологического ущерба до сих пор не проводилась.

Однако в 2011 году проблема привлекла внимание президента. 9 июня прошла встреча Президента Российской Федерации Дмитрия Медведева с представителями неправительственных экологических организаций, в ходе которой был поднят вопрос об экологическом ущербе, накопленном в результате прошлой хозяйственной деятельности предприятий. Во время этой встречи специалисты пришли к заключению, что ликвидация последствий должна реализовываться в рамках государственных программ. По результатам встречи Дмитрий Медведев поручил Правительству ввести в законодательство понятие «накопленный экологический ущерб» [1]. К сожалению, по состоянию на 16 декабря 2011 года, на очередной встрече «Проблемы правового регулирования накопленного экологического ущерба в Российской Федерации» в Общественной палате Российской Федерации в Москве, выяснилось, что «законодательно понятие «накопленный экологический ущерб» так и не было закреплено. Не был разобран и порядок учета и ранжирования загрязненных территорий с накопленным экологическим ущербом, не созданы соответствующие государственные программы, не определено финансирование» [4].

В водный фонд входят не только поверхностные, но и подземные водные объекты. Водные ресурсы характеризуются количеством и качеством взаимосвязанных поверхностных и подземных вод. Природно-климатические условия, прежде всего, ландшафт и атмосферные процессы, определяют особенности

гидрологического цикла, который участвует в формировании водных ресурсов. Законодательством предусмотрено, что использование водных объектов должно осуществляться с минимально возможными негативными последствиями для водных объектов. [3]. Поддержание поверхностных и подземных вод в состоянии, соответствующем экологическим требованиям, обеспечивается в первую очередь с помощью установления и соблюдения нормативов предельно допустимых вредных воздействий на водные объекты, а так же установления водоохранных зон. Водоохранные зоны устанавливаются не только для поверхностных и подземных водных объектов.

Согласно Постановлению Главного государственного санитарного врача РФ от 14 марта 2002 г. N 10 "О введении в действие санитарных правил и норм "Зоны санитарной охраны источников водоснабжения и водопроводов питьевого назначения, СанПиН 2.1.4.1110-02", Граница первого пояса подземных вод устанавливается на расстоянии не менее 30 м от водозабора. Для подземного недостаточно защищенного источника водоснабжения на расстоянии не менее 50 м от водозабора и не менее 100 м от инфильтрационных сооружений (бассейнов, каналов и др.). Граница второго пояса ЗСО определяется гидродинамическими расчетами исходя из условий, что микробное загрязнение, поступающее в водоносный пласт за пределами второго пояса, не достигает водозабора. Граница третьего пояса ЗСО, предназначенного для защиты водоносного пласта от химических загрязнений [5].

Правила установление границ защитных полос поверхностного водного объекта, их координаты и опорные точки предусмотрены Правилами Постановлением Правительства России от 10 января 2009 г. № 17. «Установление на местности границ водоохранных зон и границ прибрежных защитных полос водных объектов». Их описание проводится по опорным точкам, к которым относятся:

- примыкания к Государственной границе Российской Федерации;
- пересечения (примыкания) с границами субъектов Российской Федерации, муниципальными районами и поселениями;
- схождения (стыка) границ водоохранных зон (прибрежных защитных полос) двух рек, либо реки и крупного водоёма;
- определяющие места изменения географических компонентов на местности (схождение двух разнонаправленных в плане участков границы);
- приуроченные к характерным формам рельефа и т. п.

При определении границ поясов ЗСО поверхностного источника, границы первого пояса поверхностного источника устанавливается с учетом конкретных условий, в следующих пределах: вверх по течению - не менее 200 м от водозабора, вниз по течению - не менее 100 м от водозабора. Граница второго пояса ЗСО водотока должна быть определена с учетом исключения влияния ветровых обратных течений, не менее 250 м от водозабора, также должна быть удалена по акватории во все стороны от водозабора на расстояние 3 км - при наличии нагонных ветров. Границы третьего пояса ЗСО поверхностных источников водоснабжения на водотоке вверх и вниз по течению совпадают с границами второго пояса, однако боковые границы должны проходить по линии водоразделов в пределах 3-5 километров, включая притоки.

Исходя из положения ВК РФ (Гл. 2. Ст. 8) «Водные объекты находятся в собственности Российской Федерации. Поверхностные водные объекты, являются водными объектами общего пользования. Каждый гражданин вправе иметь доступ к водным объектам общего пользования для личных и бытовых нужд... и (ВК РФ – гл. 1. Ст. 6.).

Частное право пользования водными объектами имеют (Гл. 2, ст. 9 ВК РФ): «Физические лица, юридические лица в порядке, установленном главой 3 настоящего Кодекса», т.е. по Договору о водопользовании, по которому предусмотрены и условия, в частности: сроки, цель, виды и условия использования водного объекта, плата за пользование, порядок прекращения пользования водным объектом и ответственность сторон договора водопользования за нарушение его условий. Последнее условие рассмотрено немного подробнее в ст. 18, гл. 3 ВК РФ, где предусмотрена ответственность за неисполнение или ненадлежащее исполнение своих обязательств по договору. Отдельной главой рассмотрена ответственность за нарушение водного законодательства (ст. 68, гл. 7 ВК РФ) - административная и уголовная. А также, (ст. 69, гл. 7 ВК РФ) - необходимость возмещения вреда, причиненного водным объектам, согласно Приказу Минприроды РФ от 13.04.2009 N 87 «Об утверждении методики исчисления размера вреда, причиненного водным объектам вследствие нарушения водного законодательства».

Уязвимость водосборных территорий чрезвычайно велика. Поэтому не возникает сомнений в том, что необходимо инициировать процедуру согласования местоположения и границ водосборных территорий для поверхностных и подземных водных объектов, в том числе используемых для хозяйственно-питьевого водоснабжения урбанизированных территорий.

Анализ состояния изученности проблемы показал, что пользоваться водными ресурсами может любой, брать в частное пользование – тоже, а вот ответственность несут единицы. И то, в размерах, не соизмеримых с потерями природы. Существуют законы, оговорена ответственность пользователей, но на деле мало что работает. Местные власти пытаются противостоять загрязнению водных ресурсов, но сделать это нелегко. Если платежи за пользование водными ресурсами - водный налог, остаются в бюджете субъекта России, то штрафные деньги за загрязнения вод поступают в Федеральный бюджет. За рубежом например, при оценке экологического ущерба, суды отдают предпочтение затратным методам его измерения, когда размер вреда определяется исходя из затрат на его устранения и стоимости поврежденных или уничтоженных природных ресурсов. Также в эту величину включаются и неполученные доходы. Для объективной оценки экологического ущерба повсеместно

применяются нормы ответственности, основанные на результатах экологической оценки состояния участка до заключения сделки.

Нами предлагается разработать конкретные меры регулирования и пресечения нарушителей экологического состояния водных ресурсов путем создания специальной комиссии, в чьей юрисдикции было бы предоставление в пользование водных ресурсов, а также проведение экологической экспертизы объекта. Помимо этого, внести поправку в одну из статей Водного Кодекса, «о необходимости проведения экологической экспертизы водного объекта и водоохраных зон до начала действия договора водопользования», увеличить степень ответственности, вплоть до уголовной, повсеместно, где будет однозначно выявлено правонарушение.

Когда можно наглядно оценивать состояние объекта «до» и «после» использования ресурса – объективность оценки ответственности увеличивается. Считаю, что подобными мерами будет намного эффективнее контролировать экологическое состояние и санитарных зон водного ресурса, и сам ресурс, непосредственно.

Литература

1. Асабина О. Г. Грязное наследие. // Журнал об экологии и переработке «Эко Прогресс». – Москва, 2011. – № 12. – С. 10.
2. Водный кодекс Российской Федерации от 3 июня 2006 г. N 74-ФЗ. – М., 2006.
3. Данилов-Данильян, Пряжинская В.Г. Водные ресурсы России: состояние и качество. // В мон. Водные ресурсы и качество вод: состояние и проблемы управления. - М.: РАСХН, 2010.- С. 13- 35.
4. Разбаш О. В., эксперт ОПРФ по экологическому праву. – М., 2011.
5. Санитарные правила и нормы СанПиН 2.1.4.1110-02 «Зоны санитарной охраны источников водоснабжения водопроводов питьевого назначения». – М., 2011.
6. Щеглов К. В. Спасет ли новый Водный Кодекс речки нашего детства. // «Российская Федерация сегодня». – Москва, 2006. – № 3. – С. 12 – 13.
7. Экологическое право / Под ред. М. М. Бринчук. – М.: Юрист, 1998. – 260 с.

ЛЕСНОЙ ФОНД ТОМСКОЙ ОБЛАСТИ

А.В. Калугин

Научный руководитель профессор О.А. Пасько

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Лесной фонд — природно-хозяйственный объект федеральной собственности, лесных отношений, управления, использования и воспроизводства лесов, представляющий совокупность лесов, лесных и нелесных земель в границах, установленных в соответствии с лесным и земельным законодательством. К лесному фонду относятся все леса, за исключением лесов на землях обороны и городских поселений, а также древесно-кустарниковой растительности на землях сельскохозяйственного назначения, транспорта, населённых пунктов (поселений), водного фонда и иных категорий.

Земли лесного фонда — совокупность лесных и нелесных земель, входящих в состав лесного фонда.

Лесистость Томской области составляет 58,2%. Леса на территории области размещены неравномерно. Лесные массивы представлены преимущественно хвойными насаждениями, занимающими 58 % лесопокрытой площади. Лесной фонд и леса, не входящие в лесной фонд Томской области, составляют 29,2 млн га.

Общий запас древесины достигает 2608,7 млн куб. м. От общего запаса спелые и перестойные насаждения составляют 63 %, припевающие –16 %, средневозрастные – 18 %, молодняки - 3%. Запас древесины на 1 га составляет в среднем 149 куб. м, в том числе по хвойным породам - 153 куб. м, по лиственным – 145 куб. м.

Размер лесопользования регулируется расчетной лесосекой, которая утверждена по Томской области в объеме 26,9 млн куб. м, в том числе, по хвойному хозяйству-7,2 млн куб. м. Леса характеризуются невысокой производительностью. Преобладают насаждения с полнотой 05-07, занимающие 69% лесопокрытой площади.

В настоящее время в лесном хозяйстве накопилось ряд проблем, решение которых будет способствовать эффективному и рациональному использованию лесных ресурсов. Прежде всего, недоиспользуется основной лесной ресурс (по хвойному-15% от лесосечного фонда). Сокращены объемы работ по лесоустройству, мониторингу лесов (табл.1, рисунок).

Авиалесоохрана резко сократила налет по охране лесов от пожаров, уровень лесопатрульных работ снизился на 80%. Прекращены работы по строительству новых зданий пожарно-химических станций, авиаотделений, лесных кордонов, гаражей, складов взрывчатых веществ. Истощена материально-техническая база, сократился кадровый состав лесной службы.

Таблица

Распределение площади погибших насаждений по учитываемым факторам гибели

Область	Площадь погибших насаждений							
	всего, га/доля покрытой лесом площади, га/тыс. га	в том числе от, га/%						
		лесных пожаров	неблаго- приятных пог. условий	антропо- генных воздействий	в том числе от промышленных выбросов	поврежде- ний насекомыми	поврежде- ний дикими животными	поражений болезнями
Томская	31927 0,41	27993 87,5	1405 4,6	341 1,1	78 0,2	1446 4,5	— 0	742 2,3
Иркутская	99651 0,44	99452 99,8	199 0,2	— 0	— 0	— 0	— 0	— 0

Проанализировав таблицу 1, можно увидеть, что доля площади, покрытая лесом в Томской области в три раза меньше, чем в Иркутской. Доля площади погибших насаждений в Томской области значительно выше, чем в Иркутской, впрочем, как и влияние промышленных выбросов, болезней, насекомых. Основной целью сохранения лесного фонда Томской области является сохранение и воспроизводство лесов как сырьевой базы обеспечения спроса экономики и населения на древесную и не древесную продукцию и как важнейшего природоформирующего компонента окружающей среды на основе рационального неистощительного лесопользования. Особую статью дохода составляют дикорастущие полезные грибы, ягоды, кедровый орех.

Экономическое состояние лесного фонда Томской области можно оценить как благоприятное, но с точки зрения экологии незамедлительно должны быть приняты меры по улучшению её состояния, снижению антропогенного влияния, уменьшению количества промышленных выбросов.

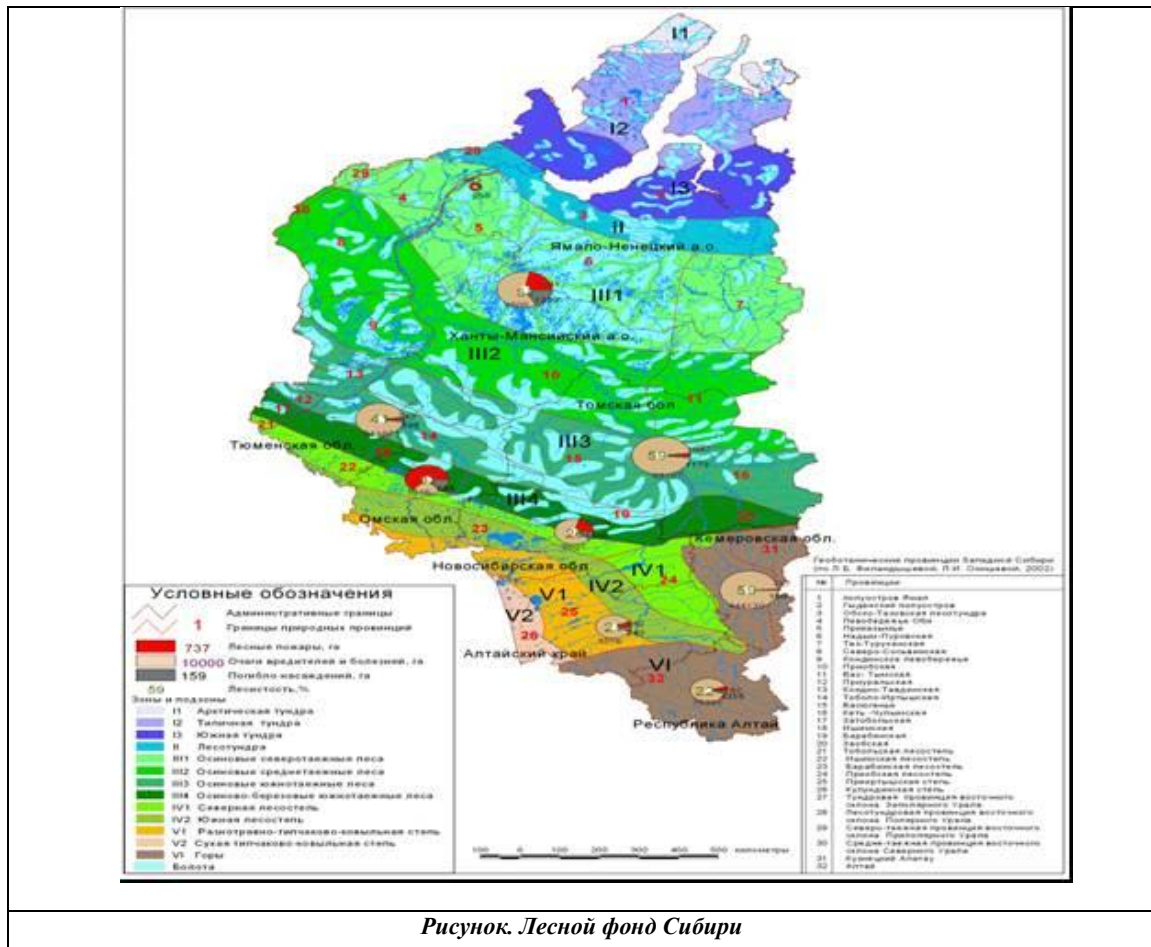


Рисунок. Лесной фонд Сибири

Литература

1. Лесной фонд. Официальный интернет портал Томской области. [Электронные ресурсы]. Условия доступа;
2. <http://ru.wikipedia.org/wiki/>
3. Экономическая оценка лесного фонда Томской области. [Электронные ресурсы]. Условия доступа; http://tomsk.gov.ru/ru/economy_finances/forest-complex/timber_industry/
4. Электронный университет – образовательный портал ТГУ. [Электронные ресурсы]. Условия доступа; http://edu2.tsu.ru/html/1800/text/gl2_5.htm
5. Образовательный портал ТПУ – Оценка лесных ресурсов. [Электронные ресурсы]. Условия доступа; http://portal.tpu.ru/files/departments/publish/IPR_Pasko_Ocenka_lesn_resursov.pdf

ВОЗМОЖНОСТЬ РАЗВИТИЯ ГЕОЛОГИЧЕСКОГО ТУРИЗМА В ТОМСКОМ РАЙОНЕ НА ОСНОВЕ ГЕОЛОГО-ПОЧВЕННОЙ ПРАКТИКИ СТУДЕНТОВ**Ю.О. Комкова**

Научный руководитель профессор В.Н. Сальников

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Маршруты геолого-почвенных практик включают в себя посещение исторических и геологических объектов, которые могут заинтересовать не только учёных, но и туристов.

Маршрут №1. Начало маршрута – 1-ый корпус института природных ресурсов ТПУ. Здесь мы знакомимся с памятником М.А. Усова, аллеей геологов. Доходим до Лагерного Сада и по левой стороне улицы спускаемся к мосту. По ходу маршрута слева и справа видны уступы склона Томь-Яйского междуречья. Дойдя до начала коммунального моста через Томь, обращаем внимание: справа дамба, слева Томский водозабор, построенный еще при возникновении технических коммуникаций в городе в 1904 году. Дамба воздвигнута в годы первой мировой войны в целях защиты зданий Заистока, построенных на пойме р. Томи от весенних наводнений. Перейдя мост, останавливаемся. Налево простирается Сенная Курья – старица на месте бывшей прямолинейной протоки реки Томи. Сенная Курья соединяется с дугообразной старицей – Калмацким озером [1].

Спускаемся на прирусловую галечниковую отмель и приступаем к поискам ювелирно-поделочных камней (агаты, опалы) и поделочных камней (яшма, кварцит, кремль). благородный опал характеризуется особым блеском и единственный в своем роде цветовой игрой, при каждом повороте сквозь его молочную белизну просвечивают ярко-голубые, малиновые, золотисто-оранжевые, голубые или бирюзовые блики. В более редких – черных опалах радужные «зайчики» играют на иссиня-черном фоне. Можно найти множество халцедона различной окраски, конфигурации и просто экзотические разности, благородного опала, яшмы и кремня.

Маршрут №2. Цель маршрута – ознакомить туристов с проблемами взаимодействия воды с горными породами, геохимическими особенностями холодных маломинерализованных подземных вод, с моделями самоорганизации травертина на примере «Таловских чаш» Томского района [2]. Травертины (итальянское – travertino) – туф известковый – лёгкая пористая (ячеистая) порода, образовавшаяся в результате осаждения карбоната кальция из горячих или холодных углекислых источников. Часто содержат отпечатки растений и различные органические остатки. Своё название Таловские чаши получили от находившейся рядом деревни Таловка, которой давно нет. Слово «тала», «таляя» можно трактовать по-разному: с Тюркского наречия она переводится как степь, равнина; в русском языке – незамерзающая река с полыньями. Таловские чаши находятся на Томь-Яйском водоразделе в районе железнодорожной станции «41-ый км» в верховьях реки Басандайка на правом склоне долины небольшого безымянного ручья. Самой примечательной из чаш является «Большая Таловская чаша». Глубина чаши – 1500 мм. Воды источника слабоминерализованы, нейтрально-слабощелочные, по составу магниезиально-кальциевые, гидрокарбонатные. Общая минерализация – 821,82 мг/л. На выходе происходит дегазация воды с выделением большого количества углекислого газа. Основная масса травертина сложена кальцитом, представляющим собой метасоматически замещённый сфагновый мох, образуя как бы псевдоморфозы кальцита по мху. Этот процесс метасоматического замещения мха и позволяет расти травертиновым чашам и подниматься руслу над рельефом.

Маршрут №3. Цель маршрута - ознакомить туристов с образованием каскадных травертин при стекании воды из ключа Дызвездный по склону в районе правого борта реки Тугояковки. Посетить каменный карьер, где обнажаются дайки и кварцевые жилы, содержащие золото и развита дизъюнктивная тектоника. Отправная точка маршрута – автовокзал г. Томска. Садимся в автобус Томск – Ярское, доезжаем до поселка Батурино и моста через реку Тугояковка, который находится в 5 км от Батурино. Поворачиваем налево и по дороге, ведущей по правому борту русла реки Тугояковки, идём к карьере бутового камня. Здесь осматриваем обнажения, собираем образцы и фотографируем интересные, в плане геологии, пласты осадочных горных пород. Этот карьер известен как Батуриновское рудопроявление золота. Ширина обнажения по дну карьера до 150 м, высота 18–20 м. По всему обнажению и по дизъюнктивным нарушениям развиты зоны гидротермально – метасоматической проработки и мелкие кварцевые жилы. Образование этих зон и зон, пронизанных кварцевыми жилами, показала промышленное содержание золота. Золотоносность Кольвань-Томской складчатой зоны (КТСЗ) известна с первой половины прошлого столетия, но из-за широкого развития рыхлых мезозойско-кайнозойских отложений изучено очень слабо. После осмотра карьера маршрут продолжается вверх по правому борту реки Тугояковки. Доходим до расширения правобережного дна долины, врезанного полукругом в правый коренной борт на расстояние до 500 м от бровки высокой поймы. Если пройти по левой стороне борта старого

русла Тугояковки, то можно увидеть понижение, связанное с бывшей старицей, а в северной части дуги коренного борта, окружавшей бывшее озеро, на высоте 16-18 м над подошвой склона располагается выключ с дебитом не менее 1 л/с или ключ Дызвездный (рисунок 1). Название родника «Дызвездный» (над известью), так жители называют молодые травертины. На северо-восточной части излучены родники располагаются на середине склона высокой террасы. Угол склона 45°. От подошвы склона до родника 60 метров. Вода вытекает в виде водопада из двух небольших пустот, образованных в замке антиклинальной складки пластов конгломератов. Внутри каждой чаши, в виде подков, находится вода, которая питает сфагновый мох. Механизм метасоматического замещения мха идентичен описанному выше, а геометрия чаш подчиняется локально-плоскогранным (нерасщеплённым) и локально-сферическим (расщеплённым) формам кристаллизации. Форма чаш идентична сфероидальному дендриту, по которому развивается псевдоморфоза (псевдодендрит) - травертиновая чаша, заполненная водой [4].

Маршрут №4 Цель маршрута – ознакомиться с пликативной и дизъюнктивной тектоникой на примере «Аникинских скал». Посетить останец горных пород в устье р. Басандайки и на ней бывшую стоянку Хана Басандая. Осмотреть раскопки, которые произведены были там во время Второй Мировой войны.

Уникальным геологическим памятником являются останцы коры выветривания Басандайской свиты, представленные экзотическими светлыми выступами на поверхности синих скал, сложенных углито-глинистыми сланцами (рис. 2).

Доходим до поймы р. Басандайка, где она впадает в р. Томь. Пойма в виде дуги ~ 500 x 300 м., с заболоченной старицей с правой стороны. В то же время, это древняя терраса р. Томи, затопляемая в половодье. Справа у борта есть тропинка, ведущая на вершину останца. Поднимаемся по тропинке до раскопов, которые производились во время войны [2]. В работе Л.А. Рогозина каких-либо сведений о найденном золоте и драгоценностях Хана Басандая или более древних цивилизаций нет. Удивляет масштаб этих раскопов. Пройдены глубокие каналы с шурфами и поперечные каналы. Земли, выброшенной на поверхность нет, она по-видимому была вывезена и промыта для поисков археологических ценностей и золота [3]. Новгородовым Н.С. (2004) с добровольцами была проведена комплексная геофизическая рекогносцировка Усть-Басандайского останца. По отдельным профилям и площадкам выполнены: высокоточная магниторазведка, биолокация, электромагнитные исследования георадаром ОКО-1М и ручное бурение с целью проверки гипотезы о расположении на нем поселения эпохи поздней бронзы и раннего железа. Проблемы поисков антропогенных месторождений пока далеки от решения. Предположение о том, что на останце была когда-то крепость «Руинджи», в устье р. Басандайки, по результатам геофизических и археологических исследований не подтверждается. В течение 10 лет проведения летней учебной практики, при заходе на Останец, мы сталкиваемся с раскопами «черных» кладоискателей: пройдены свежие шурфы, каналы, закопашки.



Рисунок 1. Источник, вытекающий из ниши замка антиклинальной складки толщи конгломератов. Правый борт реки Тугояковки, впадающей в Томь в 5 км вверх от с. Батурино. Фото А.С. Ведерниковой

Маршрут №5. Цель – ознакомить туристов с тектоническими нарушениями (складчатые нарушения, разрывные нарушения). Геология окрестностей г. Томска изучается с конца XIX века. Каменноугольные отложения правобережья реки Томи расчленились на три толщи: нижнюю – Лагерносадскую, преимущественно сланцевую, среднюю – Басандайскую, песчано-сланцевую и верхнюю – Коларовскую, сланцевую с конкрециями, наиболее молодую, датированную поздневизейским возрастом. На примерах обнажений в правом берегу реки Томи в районе «Синего утеса» (Коларово), можно показать элементы складчатости, угловые несогласия, сбросы, сдвиги, надвиги. После осмотра геологического памятника «Синий утес», возвращаемся на искусственный пляж, купаемся и идём в село Коларово, где расположена автобусная остановка. Здесь в 18 веке была построена

Спасская церковь, которая была восстановлена в 1992 году. Православные христиане могут зайти помолиться и поставить свечи за здоровье и упокой. На плакатах в прицерковной площади изложена история села Спаское и церкви.



Рисунок 2. Фрагмент самой верхней части останца (фото.8). Кора выветривания углисто-глинистых сланцев Басандайской свиты (С1-2bs). Фото А.Н. Мостового.

Литература

1. Гудымович С.С. Учебная геологическая практика в окрестностях г. Томска: Учебное пособие – Томск: ТПУ, 2007. – 4.1 – 108 С.
2. Новгородов Н.С. Сибирское лукоморье. – Томск: Аграф-Пресс, 2005. – 244 С.
3. Сальников В.Н., Сальникова Е.Н., Новгородов Н.С., Потылицына Е.С. Энергоинформационная модель кристаллографической самоорганизации травертиновых чаш на примере Томской области // Проблемы экоиформатики.: Матер. 6-го межд. симп. – Москва, 2004. – С. 169–173.
4. Шварцев С.Л. О механизмах самоорганизации в системе вода-порода // Актуальные вопросы геологии и географии Сибири.: Матер научн. конф. – Томск, 1998. – С. 180–182.

ДИНАМИКА ИЗМЕНЕНИЯ СОДЕРЖАНИЯ СОЛЕЙ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ПОЧВАХ ПОЛИГОНА ТВЕРДЫХ БЫТОВЫХ ОТХОДОВ Г. ТОМСКА

Т.В. Летягина, В.П. Шереметьева

Научный руководитель профессор О.А. Пасько

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Полигон твердых бытовых отходов (ПТБО) предполагает содержание больших объемов опасных химических элементов, что приводит к серьёзному загрязнению окружающей среды, в частности, почвы. Разработаны базовые положения и инструкции по проектированию, эксплуатации и рекультивации полигонов [4]. Но не все полигоны отвечают должным требованиям: часть из них имеет длительный срок эксплуатации и исчерпала проектную мощность, часть вообще не имеет проектов на строительство. [5] Последствия загрязнения ПТБО могут быть довольно значительными: образуется ядовитый фильтрат, вытекающий на поверхность; самовоспламеняется биогаз, и возникают сильные пожары; при усадке массива отходов образуются неглубокие впадины, которые далее превращаются в болото с ядовитой жидкостью; обширные территории в десятки гектаров выходят из оборота и не используются. Все эти явления наблюдаются на Томском ПТБО у с. Новомихайловка.

Для устранения негативных экологических последствий на территории полигона проводят рекультивацию. Процесс восстановления выполняют в два этапа: технический и биологический.

Технический этап заключается в разработке технологических и строительных мероприятий по установке конструкций и устройству защитных экранов у основания и поверхности полигона; по сбору и утилизации биогаза, по сбору и обработке фильтрата и поверхностных сточных вод. По окончании технического этапа участок передают для проведения биологического, который продолжается 4 года и включает комплекс агротехнических и фитомелиоративных мероприятий, направленных на восстановление нарушенных земель, а также подбор ассортимента многолетних трав и их посев [4]. Улучшение состояния нарушенных земель возможно и при естественном самоочищении почвы. Под самоочищением почвы понимают ее способность превращать опасные в эпидемиологическом отношении органические вещества в неорганические (минеральные соли и газы). [1] Это естественный процесс нейтрализации и разложения загрязняющих веществ в результате природных физических, биологических и химических процессов. Он зависит от многих факторов: температуры, влажности, кислотности почв, от концентрации и вида загрязнителей [3]. При отсутствии самоочищения почв жизнь на Земле была бы невозможной.

Физическое самоочищение связано с разбавлением загрязнителей осадками, их фильтрацией в подземные воды, миграцией в атмосферу. Биологическое самоочищение основано на поглощении и разложении

загрязнителей главным образом почвенными микроорганизмами. При небольшом загрязнении почва способна самоочищаться от нефтепродуктов, пестицидов, различных органических веществ. Загрязнение тяжелыми металлами, радионуклидами практически вечно, поскольку они накапливаются в экосистемах, аккумулируются в пищевой цепи и угнетают жизнедеятельность организмов. Химическое самоочищение происходит при нейтрализации некоторых загрязнителей компонентами почв [3].

Целью нашей работы являлось выяснение возможностей самоочищения почв ТПБО. Была проанализирована динамика изменения содержания тяжелых металлов в почвах одного из секторов за 16 лет. Исходные данные были взяты из отчета «Биологическая рекультивация полигона бытовых отходов г. Томск в с. Михайловка» 1995 года [2]. Они включали показатели механического состава и физико-химических свойств почв, в частности, содержание 14 химических элементов. В 2012 году почвы ТПБО также были проанализированы по механическому составу и физико-химическим свойствам в лаборатории экологии и бонитировки почв Института природных комплексов СО РАН

Содержание 28 элементов в почвах определяли методом инструментального нейтронно-активационного анализа (ИНАА) (Ca, Na, Fe, As, Cr, Co, Sb, Br, Ba, Rb, Cs, Sr, Hf, Ta, Sc, Tb, Sm, Eu, La, Ce, Yb, Lu, U, Th, Au, Ag, Zn, Hg). Измерения выполняли согласно инструкции НСАМ ВИМС № 410-ЯФ с облучением тепловыми нейтронами на исследовательском реакторе ИРТ-Т НИИ ядерной физики при Томском политехническом университете. Использовали усредненные образцы четырех совпавших элементов для сравнения, а именно Zn, Co, Ba и As. Повторность опыта трехкратная. Точки взятия проб отмечены на рисунке (рис.1). Результаты анализа представлены в таблицах 1 и 2.



Рис. 1. Карта полигона и точки взятия проб в 1995 и 2011 годах

Сравнительный анализ данных 1995 и 2011 годов, что содержание разных элементов изменялось по-разному. В частности, содержание мышьяка снизилось практически в 3 раза (рис.2). Содержание бария, цинка и кобальта за 15 лет увеличилось в 2 раза, а хрома в 1,5 раза.

Таблица 1

Результаты анализа почв ТПБО на содержание* тяжелых металлов в 1995 году

N	Cr	Ni	Sn	V	Pb	Cu	Zn	Co	Be	Ba	Y	Cd	As	Ge
T.1	100	40	3,2	96	30	33	91	9,5	0,7	330	20	3,7	7,3	0,2
T.2	146	41	3,0	97	25	16	53	20,3	1,0	405	20	4,7	9,5	0,3
T.3	62	22	1,6	46	15	20	32	6,5	0,5	220	12	2,5	5,0	0,2
T.4	100	41	4,8	85	35	25	80	18,1	0,9	442	21	1,7	9,3	0,3

Таблица 2

Результаты анализа почв ТПБО на содержание* тяжелых металлов в 2011 году

№	Sm	Ce	Ca	Lu	U	Th	Cr	Yb	Au	Hf	Na-1	Sr	Sb	Ta
Фон	1.97	26.49	1.87	0.159	1.47	2.52	41.1	1.41	0.007	2.84	0.886	74	0.402	0.37
1	4.59	55.03	1.14	0.293	2.38	6.46	63.7	2.54	0.002	5.00	1.079	180	0.364	0.65
2	5.35	64.96	1.07	0.420	3.08	9.32	109.4	3.40	0.007	6.92	1.048	<40	0.498	0.59
3	5.47	62.91	1.48	0.416	3.16	8.97	95.4	3.36	0.012	6.97	1.151	84	0.608	0.90
4	2.29	31.45	2.26	0.192	1.27	3.49	208.1	1.35	0.003	2.87	0.980	61	2.276	0.59
№	Ag	Br	Cs	Tb	Sc	Rb	Fe	Zn	Ba	Co	As	Eu	La-1	Hg
Фон	<0.5	5.87	1.01	0.38	4.06	35.3	1.75	105.8	280	6.40	3.0	0.48	10.55	0.026
1	<0.5	<1	2.43	0.54	8.57	55.6	2.41	54.4	308	9.72	2.1	0.88	23.45	0.015
2	<0.5	<1	4.18	1.06	13.89	83.2	3.80	75.3	335	15.36	2.0	1.23	28.90	0.011
3	<0.5	<1	4.25	1.19	12.96	81.3	3.38	51.3	358	15.64	<1	1.22	29.82	0.022
4	<0.5	3.86	1.21	0.33	4.50	39.7	2.98	317.7	725	8.65	1,7	0.54	12.14	0.016
ср								60,3	333	12,34	1,93			

* Примечание. Концентрации в табл. 1 приведены в мг/кг, в табл. 2 – все мг/кг, кроме железа, натрия и кальция, они в %

Обращает на себя внимание кратное увеличение (по сравнению с фоном) концентраций цезия, лютеция, урана, технеция, гафния, цезия, скандия, рубидия, европия, лантана. В то же время в почвах полигона наблюдали пониженное содержание содержания брома, цинка, ртути по сравнению с фоном. Этот факт, несомненно, требует дополнительных исследований для объяснения тенденций процессов, протекающих в загрязненных почвах.

По итогам проделанной работы можно сделать вывод о том, что предположение о возможности самоочищения почв в отношении отдельных элементов не исключается. В то же время этот процесс не имеет общего характера, что требует решительных действий по рекультивации загрязненных земель, выделения соответствующих финансовых средств, разработки схемы землеустройства территории.

За ценные консультации и проведение инструментального нейтронно-активационного анализа выражаем благодарность сотрудникам кафедры геоэкологии ТПУ, в частности, доценту кафедры Н.А. Осиповой.

Литература

1. Самоочищение почвы. [Электронный ресурс. Всё про гигиену] // Условия доступа: <http://all-gigiena.ru/lit/506-samoochishhenie-pochvy>
2. Отчет по теме " Биологическая рекультивация полигона бытовых отходов г. Томск в с. Михайловка/- Томск: Комитет экологии г. Томска Научно-исследовательский институт биологии и биофизики при Томской Государственном университете, 1995 – 50 с.
3. Антропогенное воздействие на почву. [Электронный ресурс. Библиотека онлайн для студентов] // Условия доступа : <http://freqlist.ru/ekologiya/teoreticheskaya-ekologiya-briginec/antropogennoe-vozddeistvie-na-pochvi.html>
4. Шереметьева В.П., Летягина Т.В. Состояние и возможные перспективы рекультивации томского полигона твёрдых бытовых отходов // Проблемы геологии и освоения недр: Труды XV Международного научного симпозиума имени академика М.А. Усова. — Томск: Изд-во ТПУ, 2011. —Т.1 — С. 490-492
5. Экообзор за 2008 год [Электронный ресурс. Официальный сайт Департамента природных ресурсов и ОГУ «Облкомприрода»] // Условия доступа : <http://www.green.tsu.ru/dep/docs/21/>

ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ДЕГРАДИРОВАННЫХ ЗЕМЕЛЬ О.Д. Михалева

Научный руководитель профессор В.В. Пименов

Государственный университет по землеустройству, г. Москва, Россия

Земля в жизни человека, его развитии всегда имела большое значение. Она является пространственным базисом, основой социально-экономической деятельности человека, источником минеральных ресурсов и основным средством производства в сельском хозяйстве, благодаря которому земледельцы получают урожаи сельскохозяйственных культур, создают продукты питания и сырье для промышленности.

Качество и состояние земельных ресурсов напрямую влияет на эффективность аграрного сектора экономики. Продуктивность таких отраслей как растениеводство, животноводство полностью зависит от плодородия почв и продуктивности земельных ресурсов. Однако за последние два десятилетия в России приобретают все большее значение проблемы сохранения и восстановления земельно-ресурсного потенциала. Все большие территории когда-то продуктивных земель подвержены различным видам загрязнений и деградации, в результате которых часть площади земель полностью выведены из оборота и не пригодны для дальнейшего использования.

Деградация земель – понятие ёмкое и многогранное. Оно, в частности, предполагает полное исключение из сельскохозяйственного оборота плодородных земель, частичное или полное снижение продуктивности почвы в результате таких процессов, как водная и ветровая эрозия, засоление, заболачивание, истощение гумуса, ухудшение структуры почвы, опустынивание, загрязнение и многое другое. Деградация земель может оказывать негативное влияние не только на хозяйственную деятельность человека, но и негативно сказаться на социальных условиях. В результате разрушения ландшафтов, разрастания оврагов, заболачивания территорий ухудшаются условия жизни людей, происходит разрушение ландшафтов.

Большинство исследователей деградационных явлений склоняются к мысли, что все виды деградации почв условно можно разделить на три группы:

1. Физическая деградация, которая выражается в ухудшении почвенной структуры и всего комплекса физических свойств, т.е. в разрушении физической основы почвы, и развивается всюду, где применяются избыточные нагрузки механического, химического, физико-химического, водного или биологического характера.

2. Химическая деградация - ухудшение химических свойств почв: истощение запасов питательных элементов, вторичное засоление и осолонцевание, загрязнение токсикантами.

3. Биологическая деградация - сокращение численности видового разнообразия и оптимального соотношения различных видов микроорганизмов, загрязнение почвы патогенными микроорганизмами, ухудшение санитарно-эпидемиологических показателей [4].

В настоящее время проблема восстановления деградированных земель все больше приобретает актуальность. Согласно материалам Государственного (национального) доклада о состоянии и использовании земель в Российской Федерации по состоянию на 1 января 2010 года площадь нарушенных земель 995,0 тыс. га, что на 5,6 тыс. га больше по сравнению с предыдущим годом, из которых 204,2 тыс. га, что составляет 20,5 %, приходится на земли сельскохозяйственного назначения. Кроме того на территории Российской Федерации 4,5 млн. га занято песками, общая площадь оврагов составляет 1,5 млн. га, под полигонами отходов и свалками находится 0,1 млн. га земель.

Анализ данных государственного мониторинга земель и других систем наблюдений за состоянием окружающей среды показывает, что практически во всех субъектах Российской Федерации продолжается тенденция по ухудшению состояния земель. Среди опасных негативных процессов на территории Российской Федерации интенсивно развиваются эрозия, дефляция, заболачивание, засоление, опустынивание, подтопление, зарастание сельскохозяйственных угодий кустарником и мелколесьем и другие процессы, ведущие к потере плодородия сельскохозяйственных угодий и выводу их из хозяйственного оборота.

Одним из наиболее опасных видов деградации, вызывающих разрушение почв и утрату их плодородия является эрозия почв. Ей подвержено 26,2 % площади всех сельскохозяйственных угодий, из которых 17,8 % - водная эрозия, и 8,4 % - ветровая. Также 12,3% сельскохозяйственных угодий занимают переувлажненные и заболоченные земли и 20,1% находятся на засоленных и солонцеватых землях.

Для южных территорий Российской Федерации большой проблемой является опустынивание земель. В результате опустынивания аридных территорий природные пастбища теряют свою продуктивность, почвы подвергаются эрозии и засолению, пески оголяются и приходят в движение. В Российской Федерации опустыниванием в той или иной мере охвачено 27 субъектов Российской Федерации на площади более 100 млн. га.

В районах Крайнего Севера в результате многоцелевого и крупномасштабного промышленного освоения территорий возникли обширные очаги сильного загрязнения, захламления, нарушения и деградации земель.

Значительные площади земель выбывают из оборота в результате разработки полезных ископаемых, проведения геологоразведочных, строительных и других видов работ.

Актуальной проблемой на территории Российской Федерации является зарастание сельскохозяйственных угодий кустарником и мелколесьем. В Российской Федерации общая площадь заросших природных кормовых угодий сельскохозяйственных предприятий по отчетным данным составляет порядка 20% от их общего количества.

При возникновении угрозы деградации земель, а в случаях ее существования, для прекращения ее дальнейшего развития, и восстановления уже нарушенных земель, необходимо проведение соответствующих мероприятий, которые разрабатывает землеустроительная наука.

Согласно ст. 3 Федерального закона № 78-ФЗ «О землеустройстве» выявление нарушенных земель, а также земель, подверженных водной и ветровой эрозии, селям, подтоплению, заболачиванию, вторичному засолению, иссушению, уплотнению, загрязнению отходами производства и потребления, радиоактивными и химическими веществами, заражению и другим негативным воздействиям является одним из случаев обязательного проведения землеустройства. Таким образом, восстановление и дальнейшее использование нарушенных и деградированных земель невозможно без проведения мероприятий по землеустройству.

Вопросы восстановления деградированных земель в землеустройстве могут решаться на различных уровнях: начиная от схем использования и охраны земельных ресурсов и схем землеустройства муниципальных образований до схем и проектов межхозяйственного землеустройства, проектов внутрихозяйственного землеустройства и рабочих проектов.

Принимая во внимание проблемы, возникающие в результате развития деградации земель, Правительством Российской Федерации было принято Постановление от 20 февраля 2006 г. № 99 «О федеральной целевой программе "Сохранение и восстановление плодородия почв земель сельскохозяйственного назначения и агроландшафтов как национального достояния России на 2006 - 2010 годы и на период до 2013 года". Мероприятия данной Программы представляют собой комплекс работ, направленных на сохранение, восстановление и воспроизводство плодородия почв земель сельскохозяйственного назначения и включают в себя: строительство и реконструкцию мелиоративных и водохозяйственных объектов; проведение агрохимических мероприятий; проведение мероприятий по обеспечению безаварийных пропусков паводков на гидротехнических сооружениях; проведение агролесомелиоративных мероприятий на землях сельскохозяйственного назначения, в том числе создание защитных лесных полос, противоэрозионных овражно-балочных насаждений, пастбищезащитных фитомелиоративных насаждений, проведение рубок ухода в защитных лесных насаждениях I - V классов возраста и реконструкцию лесных насаждений и др.

Как правило, при экономической оценке эффективности землеустроительных проектов основными критериями их обоснования являются составляющие экономического эффекта и затраты на его получение. Сметная стоимость осуществления рабочих проектов, удельные капитальные вложения на единицу объемов работ, ежегодные издержки, включая амортизацию основных фондов и эксплуатационные расходы, представляют общие стоимостные затраты. Эффект выражается в приросте стоимости валовой продукции, чистого дохода, сокращении или предотвращении потерь, связанных с проведением землеустроительных и других видов работ, т.е. для инвестора, как правило, важны полученная им в будущем прибыль, доход, а так же срок окупаемости проекта.

В случае экономического обоснования проектов землеустройства по восстановлению деградированных земель необходимо рассматривать не только получаемую прибыль в будущем от реализации проекта, но и возможные потери, если данные мероприятия не будут проведены. В некоторых случаях является целесообразным вывести нарушенные земли из оборота, т.к. затраты по их восстановлению могут в несколько раз превысить, полученную с этих земель прибыль в будущем. Кроме того, при выведении земель из оборота на них начинается процесс естественного восстановления. Таким образом при отсутствии каких-либо материальных затрат на восстановление деградированных по истечении времени можно получить вновь пригодные для

хозяйственного использования земли. Данная ситуация возможна в случае потери земель плодородия, засоления почв, загрязнения некоторыми химическими веществами.

Однако, при таком подходе, всегда нужно оценивать возможные последствия консервации деградированных земель. Возможен вариант, когда материальные затраты на восстановление деградированных земель превышают ожидаемый доход, но в случае дальнейшей деградации земель причиненный ущерб окажется значительно выше. Так, например, в результате водной эрозии происходит рост оврагов, что в некоторых случаях может привести к разрушению дорог, жилых или хозяйственных строений. В данном случае восстановление разрушенных объектов потребует гораздо больших материальных затрат, чем проведение мероприятий по предотвращению водной эрозии.

Литература

1. О землеустройстве [Электронный ресурс] : Федеральный закон от 18 июня 2001 г. № 78-ФЗ (принят Гос. Думой 24 мая 2001 г. : одобр. Советом Федерации 6 июня 2001 г.) // Информационно-правовой портал ГАРАНТ – Режим доступа : <http://base.garant.ru/12123351/> . – 04.02.2012.
2. О федеральной целевой программе "Сохранение и восстановление плодородия почв земель сельскохозяйственного назначения и агроландшафтов как национального достояния России на 2006 - 2010 годы и на период до 2013 года" [Электронный ресурс] : Постановление Правительства Российской Федерации от 20 февраля 2006 г. № 99 // Информационно-правовой портал ГАРАНТ – Режим доступа : <http://base.garant.ru/2160945/> . – 04.02.2012.
3. Бессонова Е.А. Эколого-экономическая реабилитация сельскохозяйственных земель: Автореферат.- Москва, 2011 г. – 45 с.
4. Добровольский, Г.В. Деградация и охрана почв [Текст]: монография / Г.В. Добровольский. - М.: МГУ, 2002. - 654 с.

ИМПЕРАТИВНЫЙ ПОДХОД ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ ОБЪЕЗДНОЙ ЛЕВОБЕРЕЖНОЙ ДОРОГИ Р. ТОМИ (ТОМСКАЯ ОБЛАСТЬ)

А.С. Мишунина

Научный руководитель доцент С.В. Серяков

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

В России, которая является высоко-урбанизированной страной для социально-экономического развития и обеспечения экологической безопасности населения, вопросы экологизации строительства и эксплуатации сооружений имеют исключительное большое значение.

Одной из характерных черт развития города является рост строительства, как в условиях интенсивно освоенной геологической среды, так и на вновь осваиваемых и легко уязвимых территориях. При этом главным механизмом экологизации строительства в данном случае является непрерывное экологическое планирование, охватывающее все стадии «жизненного цикла» создаваемой материальной структуры. В свою очередь планирование, экологической совместимости сооружений и коммуникаций, городов с окружающей природной средой обуславливает начальные условия для последующего формирования комфортной и экологической среды обитания.

Примером несовместимости сооружения с окружающей природной средой стало строительство объездной левобережной дороги вблизи пос. Тимирязево, которая должна связать старый и новый коммунальные мосты. Строительство затрагивает важные аспекты жизнедеятельности людей, в частности такие как: экологический аспект, социальный, экономический и правовой. Таким или иным образом любое мероприятие должно обеспечивать соответствующие нормативы, соответствовать правилам и требованиям. Решение проблемы рационального использования земель, их защиты, надлежащего использования приобретает первостепенное значение для большинства городов России.

В 2007 г. 8 ноября был принят Федеральный закон об автомобильных дорогах и о дорожной деятельности в Российской Федерации и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации [5].

Строительство дороги влечет за собой развитие неблагоприятных преобразований в плане возникновения и активизация опасных природных и техно-природных процессов. Последствия строительства приводят к загрязнению водного фонда почв, атмосферного воздуха. В ходе работы представлено экспериментальное доказательство загрязнения атмосферы опасными веществами, в частности угарным газом. Одним из опасных загрязнителей является также и дорожная пыль, которая может осаживаться на верхнем слое почвы, проникать с другими веществами в подземные слои почвы, а также осаживаться в лёгких человека.

Рядом с дорожным полотном находятся скважины Томского водозабора, находятся озера и родники (рис. 1).

Это большая опасность пищевого отравления, загрязнения вод различными автомобильными выбросами, Одним из основных защитных мероприятий является озеленение территории. В работе рассмотрено локальное озеленение в пределах выбранного участка в 1 км, около населенного пункта пос. Тимирязево.

На законодательном уровне предусматривается поддержание безопасного функционирования имеющейся дороги. Это отражено в 10 статье Федерального закона об автомобильных дорогах, в котором также предусматриваются меры по охране, рациональному использованию и сохранению плодородия почв при разработке законов Российской Федерации.

По Почвенной карте Томской области сделан вывод об экологической ценности почв, непосредственно на местности был заложен стандартный разрез доказывающий принадлежность близлежащих почв около дорожного полотна к серым оподзоленным почвам.

Санитарно-защитная полоса озеленённой территории, предназначена для защиты от неблагоприятного воздействия зоны на жилую застройку [8].

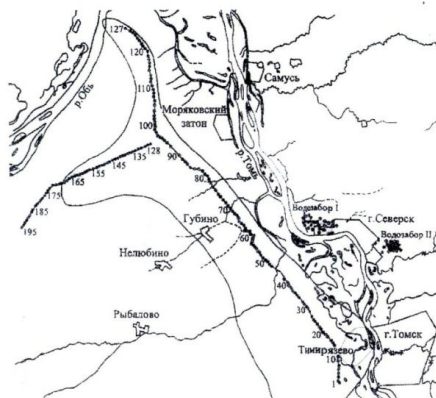


Рис 1. Схема расположения скважин Томского водозабора

Для посадки рекомендуются древесно-кустарниковые породы, природные качества которых способствуют нейтрализации запахов. Одна из главных способностей растений очищать атмосферный воздух от газов и пыли, происходящими в них физиологическими и биологическими процессами, физико-механической способностью листьев (их поверхности) и ветвей задерживать и осажать пыль. Для конкретного примера предложены посадки деревьев группами, в шахматном порядке. В работе приведены также табличные значения, посчитана приблизительная стоимость озеленения и процентное соотношение к общим затратам на проект (табл. 1).

Таблица 1

Зависимость от вида деревьев задерживать и осажать пыль в кг.

Деревья	Деревья		Кустарники	
	Суммарная площадь листовой поверхности м ²	Общее кол-во пыли в кг.	Суммарная площадь листовой поверхности м ²	Общее кол-во пыли в кг.
Ива	157	38	Бересклет европейский	13
Клён	195	20	Сирень обыкновенная	11
Ясень зелёный	171	30	Лох узколистный	23
				0,6
				1,6
				2,0

Экологизация инженерного обустройства должна стать приоритетным компонентом принятия решений в области управления городской инфраструктуры на пути к эколого-экономическому и социальному развитию общества.

Литература

1. Эколого-экономические аспекты эксплуатации подземных вод Обь - Томского междуречья / В.К. Попов, О.Д. Лукашевич, В.А. Коробкин, В.В. Золотарёва, Ю.Ю. Галямов.—Томск: Изд-во Томского архитектурно-строительного университета, 2003. - 174 с.
2. Экология: Учебник для вузов. -6-е изд.—СПб: Химиздат, 2001. – 288 с.
3. Почвоведение. / Под ред. И.С. Кауричева. -М.:Колос, 1975. – 496 с.
4. Практикум по экологии: учебное пособие / С.В. Алексеев и др. — М.: АО МДС, 1996. – 190 с.
5. Федеральное законодательство от 08.11.2007 N 257-ФЗ "Об автомобильных дорогах".
6. О.Е. Медведева. Проблемы устойчивого землепользования в России. — М.:ОО «Типография ЛЕВКО », Институт устойчивого развития/ Центр экологической политики России, 2009. – 104с.
7. Автомобильные дороги: примеры проектирования: учебное пособие / О. В. Андреев, В. Ф. Бабков, О. А. Дивочкин и др.; под ред. В. С. Порожнякова. — М.: Транспорт, 1983. — 303 с.
8. Озеленение населенных мест: справочник / В. И. Ерохина [и др.]; под ред. В. И. Ерохиной. — М.: Стройиздат, 1987. — 480 с.

СТОЛЫПИНСКАЯ РЕФОРМА В СИБИРИ И ТОМСКОЙ ГУБЕРНИИ

А.В. Наливайко

Научный руководитель профессор О.А.Пасько

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Оценка аграрных преобразований в Сибири и их результативность имеют важное научное и общественно-политическое значение, в том числе для современного реформирования сельского хозяйства. Столыпинская реформа является одним из важнейших этапов в освоении нашего региона за всю его историю. Можно утверждать, что переселенческая политика, которая проводилась Столыпиным в 1906-10 гг. стала основой преобразования Сибири.

Суть и методы аграрной реформы заключались в следующем. Крестьянин имел возможность выйти из общины и, получив в собственность свою долю земли, поступить с ней свободно: мог выделиться в хутор, образовать единый массив своей земли в виде отруба, мог даже продать свою землю. Государство для поддержки частного крестьянского хозяйства вводило ссуды под залог земли. При этом процент на кредит для единоличного хозяйства был вдвое ниже, чем по кредитам общине. Имелось в виду, что только экономическими методами можно побудить помещиков продавать свою землю крестьянам, а также использовать государственные и иные земли для наделения ими крестьян.

Важной составной частью аграрной реформы стала переселенческая политика (заметим, что одновременно происходило и самовольное переселение в Сибирь). Крестьяне ехали на свой страх и риск, не зная, что ждёт их впереди. Если им сопутствовала удача, то они оседали. Так постепенно осваивались степные, лесостепные земли и участки, прилегающие к тайге.

Подготовленный правительством законопроект предусматривал передачу государственных земель в Сибири в частные руки без выкупа. Проводя реформу, Столыпин категорически выступал против насильственного разрушения крестьянской общины. Он считал, что процесс выделения крестьян должен происходить естественным путем, и поэтому были созданы такие условия, чтобы люди сами выходили из общины осваивали новые земли без принуждения. Был создан серьезный стимул для переселения за Урал: переезд был бесплатным, а специально оборудованные «столыпинские» вагоны позволяли перевозить по железной дороге скот. Государство старалось обустроить быт на местах переселения: строились школы, медицинские пункты и т.п. Переселенцев на длительное время освобождали от налогов. Они получали в собственность участок земли (15 га на главу семьи и 45 га на остальных членов), денежное пособие в размере 200 рублей и освобождение от воинской службы (мужчины). Переселение в Сибирь быстро набирало темпы. Пожалуй, это направление аграрной политики стало наиболее эффективным. Если до реформы в Сибири проходило сокращение посевных площадей, то после реформы они были расширены почти вдвое.

По темпам развития животноводства Сибирь обогнала европейскую часть России. Масло и сыр, изготовленные в Томской и Тобольской губерниях, были широко известны не только в России, но и в Европе. Даже за тот короткий срок, который был отпущен Столыпину на проведение аграрной реформы, стали видны первые ее результаты. Реформа стимулировала развитие экономики России, обеспечивала рост объема сельскохозяйственного производства, урожайность сельхозкультур, использование техники, многопольной системы искусственных удобрений, проведение масштабных мелиоративных работ (рисунок). За 10 лет в Сибири валовой сбор зерна в 1913 году по сравнению с 1901-1905 г. увеличился в два раза [1]. Значительно выросло поголовье скота.



Рисунок. Строительство Сибирской железной дороги и машинная уборка пшеницы переселенцами

Переселенческая политика имела прогрессивное значение не только в плане ликвидации земельного голода, но и в увеличении населения Сибири. Первые годы после революции 1905-1907 гг. переселение шло очень быстрыми темпами. За 300 лет, к 1900 году, за Урал переселилось 5 миллионов русских. За время реформы — 3 миллиона, а вернулось 524 тысячи (17%) [2]. Удельный вес славянского населения на востоке возрос до 85%. Ввод в строй Транссибирской железной дороги резко активизировал процесс переселения, что оказалось для правительства неожиданным. Землеустроительные службы на местах не успевали предоставлять новоприбывшим участки. Порой не хватало ни средств, ни землемеров для проведения землеустроительных работ. Переселенцы встречались с непривычными, сложными для них климатическими и погодными условиями. В 1910 и 1911 гг. были сильные засухи. Переселенцы, приехавшие в 1908 г. и позже, еще не успев обустроиться, испытали на себе все их отрицательные последствия.

И все-таки в целом, в результате новой переселенческой политики были достигнуты невиданные ранее результаты: освоено много новых целинных земель, произошел гигантский рост промышленности (1902—1912 гг. каменный уголь — 79,3%, железо и готовая сталь — 53,1%). За последние 12 лет посевы пшеницы, главного сибирского хлеба, расширились вдвое (с 588 тысяч десятин до 1157 тысяч). В Томской губернии за последние 4 года увеличение посевов (+ 44 %) опередило даже быстрый численный рост сибирского заселения [3, 4].

По мере того, как количество переселенцев увеличивалось, в Сибири обострялась проблема грамотности и образования. По переписи 1897 г. в Западной Сибири на 1000 человек населения грамотными были 108 человек (то есть это всего 10% населения). Более того, неграмотных некому обучать. Неслучайно в Томске появляется первый за Уралом Учительский институт (ныне Томский государственный педагогический университет). В результате напряженной работы спустя 20 лет грамотных в Сибири стало 218 человек на 1000 жителей — рост больше чем вдвое (но почти 80% населения так и оставались неграмотными).

Другой острой проблемой стала нехватка врачей на такое количество прибывшего населения. Уровень медицинского обслуживания был очень низким: в 1914 г. на одного врача приходилось 17220 жителей, на одну акушерку — 42600 женщин. Квалифицированные специалисты были только в крупных губернских центрах. Врачи, приезжавшие из Европейской России, не всегда оставались в Сибири. Единственный в Сибири медицинский факультет в Томском университете, конечно, не мог обеспечить потребности всего региона, но главное, что кадры высшей квалификации готовили [5].

Требовались инженеры для освоения территорий, для строительства Транссибирской магистрали, для сельскохозяйственного производства. Именно тогда было решено открыть в Томской губернии технологический институт (ТТИ) для подготовки специалистов по инженерно-строительным и химико-технологическим направлениям, с усиленным изучением металлургии и электротехники из-за быстрого развития горного дела в Сибири. «Марта пятого дня 1896 года. Сегодня я вычеркнул ассигнования на броненосец и отдал их на основание Томского технологического института...» — из записи в дневнике министра финансов России С.Ю. Витте. ТТИ обеспечивал подготовку кадров для становления промышленности и экономики Сибири. Появилась возможность получить высшее образование в Сибири в Томском университете, основанном в 1888 г.

Недавно, в Томском политехническом университете был открыт музей, после реконструкции, где находится очень любопытный экспонат — лапти. Их нашли замурованными в стену учебного корпуса. Так крестьянин, который пришел в город для строительства тогда еще технологического института, себя увековечил. За сто лет технологический институт превратился в Национальный исследовательский Томский политехнический университет, который сейчас является крупнейшим центром вузовской науки в стране, а эта история стала своеобразным символом событий, развитие которых стремительно продолжается и в наши дни.

Итак, Столыпинская реформа оказала прямое влияние на рост сельскохозяйственного производства Сибири: быстрое развитие рыночных отношений в сельском хозяйстве, увеличение его товарности, оформление аграрной специализации территории. Преобразование экономики Сибири, формирование новой индустриальной культуры шло весьма высокими темпами. В эти годы начинали появляться высшие образовательные учреждения, благодаря которым Томск стал образовательным центром всей азиатской части России и получил другое неофициальное название «Сибирские Афины».

Литература

1. Атлас Азиатской России. Азиатская Россия. — Спб: Изд-во Переселенческого управления ГУ землеустройства и земледелия. Издание А.Ф. Маркса, 1914. - Тома 1-3. - 1865 с.
2. Пасько О.А. Особенности проведения Столыпинской реформы в Томской губернии / О.А. Пасько. Правовое регулирование проведения землеустройства. — Мат. международной научно-практической конференции, посвященной 100-летию закона «О землеустройстве». — М.:ГУЗ, 2011. — С. 180-185
3. Попов Г.И. О столыпинской реформе/ Г. И. Попов. — Наука и жизнь, 1997. — М.: Изд-во «Пресса». — С. 44–45.
4. Сибирские переселения. Документы и материалы.— Новосибирск : НГУ, 2003. — вып. 1-3. — 198 с.
5. Храмов А.А. Столыпинские реформы в Сибири в оценках современных историков / А.А. Храмов // Вестник Томского государственного университета — Томск, 2009.— С. 34-42.

ПРИМЕНЕНИЕ ГЕОИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ ПРИ АКТУАЛИЗАЦИИ КАДАСТРОВОЙ ОЦЕНКИ ЗЕМЕЛЬ НАСЕЛЕННЫХ ПУНКТОВ В ПЕРМСКОМ КРАЕ

А.Ф. Орлов

Научный руководитель доцент А.Н. Поносов

Пермская государственная сельскохозяйственная академия, г. Пермь, Россия

Необходимость в результатах объективной стоимостной оценки земельных ресурсов очевидна. Является одним из важнейших условий нормального функционирования и развития экономики и общества, это основа эффективного управления земельными ресурсами и осуществления рациональной земельной и налоговой политики, становления цивилизованного земельного рынка.

Государственная кадастровая стоимость земельных участков является налогооблагаемой базой, а значит должна наиболее точно отображать качественные характеристики земель. Все собственники земельных участков, арендаторы заинтересованы в том, чтобы величина земельных платежей была обоснованной. Кадастровая оценка земель населенных пунктов в субъектах РФ проводится не реже 1 раза в пять лет. Она производится при наличии электронного планово-картографического материала, который должен содержать обновленную и достоверную

информацию о земельных ресурсах в оцениваемом регионе страны. Поэтому очень важное место в оценке земель населенных пунктов и иных категорий земельного фонда занимают геоинформационные системы (ГИС), применение которых при оценке земель заметно сказывается на производительности и достоверности оценочных работ.

В качестве базового подхода при разработке программного продукта по кадастровой оценке принята концепция ГИС, предполагающая пространственное размещение описываемых объектов и их координатную привязку на местности. Использование данной концепции определяется требованиями, которым она должна удовлетворять, а именно, земельный ресурс должен быть представлен в графическом виде в совокупности с семантическими данными. Графическое представление должно быть организовано в виде плоскостной и пространственной модели с возможностью определения координат при указании любой точки на экранном отображении этой модели.

Земельно-кадастровая информация, положенная в основу оценки может быть получена различными способами. Применение того или иного способа зависит от условий проведения учета, его задач и специфики учетных данных. Сведения получают путем съемок, обследований, обмеров, инвентаризации и мониторинга земель.

Количественные данные, характеризующие площади земельных участков получают с планово-картографического материала, представляющего пространственную часть земельно-кадастровой информации.

Качественные показатели о природных свойствах, правовом статусе и хозяйственном использовании земельных участков определяют на основе данных единого государственного реестра земель, вошедшего в кадастр недвижимости, а также по материалам дополнительных обследований.

Основная цель применения ГИС в земельно-оценочных работах, а также при актуализации результатов оценки, полученных на предыдущем этапе, состоит в формировании пространственно-аналитического обеспечения установления влияния кадастровой информации, условий рыночной среды на показатели стоимости земель под определенным видом использования.

Среди главных задач ГИС при актуализации кадастровой оценки земель населенных пунктов можно выделить следующие:

- обновление планово-картографического материала на основе послойной обработки данных;
- оперативное информационное обеспечение кадастровой оценки сведениями, содержащимися в реестрах государственного кадастра недвижимости;
- автоматизированное проведение геометрических измерений с одновременным занесением сведений в реляционные таблицы базы данных;
- ведение пространственного анализа территории с выявлением характеристик и показателей, влияющих на кадастровую (рыночную) стоимость земельных участков.

Автоматизированный программный комплекс кадастровой оценки земель должен обеспечивать сопряжение параметрической и картографической информации, осуществлять автоматический контроль вводимой информации с оперативным отображением на карте, выводить информацию по иерархическим уровням (до отдельного земельного участка с находящимися на нем объектами недвижимости), а также по слоям, группам слоев и т.п., получать результаты по установленным отчетным формам, производить построения графических изображений.

Особенно важным представляется взаимодействие программного комплекса по кадастровой оценке земель с модулем «Моделирование и выдача кадастровой информации», который должен предусматривать пространственное моделирование геометрических параметров объектов кадастрового учета, статистическую обработку семантических кадастровых данных, выдачу картографического отображения объектов и статистических данных в виде и формах, определяемых запросами пользователей. В модуле должна быть предусмотрена возможность объединения, генерализации и обобщения геометрических параметров объектов кадастра, их редактирование для решения следующих прикладных задач:

- пространственное и имитационное моделирование кадастровой информации;
- аналитические расчеты с использованием математических моделей;
- получение статистической информации на заданную территорию, класс объектов, кадастровую учетную единицу или их совокупность [1].

В ноябре 2011 года в Пермской крае завершены работы по государственной кадастровой оценке земель населенных пунктов. На рисунке изображен пример работы с графической составляющей в программном комплексе MapInfo при оценке земель населенных пунктов на территории Краснокамского муниципального района Пермского края. Набор инструментов в MapInfo позволяет быстро и точно провести геометрические измерения на карте с отображением соответствующих значений (расстояний от административного центра поселения и величин удельного показателя кадастровой стоимости).

Информационный прогресс постоянно движется вперед. Сегодня разработчиками программного обеспечения в области ГИС предоставляется огромное множество удобных в пользовании программ. В последних версиях программного обеспечения в области геоинформационных систем появляются новые инструменты, упрощается интерфейс, расширяются аналитические возможности и т.д. Однако большой проблемой является то, что проекты создания геоинформационных систем отличаются большим разнообразием и несогласованностью. В разных регионах РФ при кадастровой оценке земель населенных пунктов используются решения на разных ГИС-платформах, таких как ESRI, MapInfo, Intergraph, ObjectLand других. В связи с чем наблюдается определенная проблема применения ГИС как при самой кадастровой оценке земель населенных

пунктов, так и при актуализации ее результатов, заключающаяся в отсутствии единства форматов данных, возможности взаимодействия и интеграции сведений в рамках стандартных пользовательских функций.

Оценка важности пространственных данных и функций ГИС при кадастровой оценке должна иметь приоритетный характер. В связи с этим ужесточаются требования к точности позиционирования и взаимному положению земельных участков, а также разработке расчетно-аналитической составляющей специализированного программного комплекса.

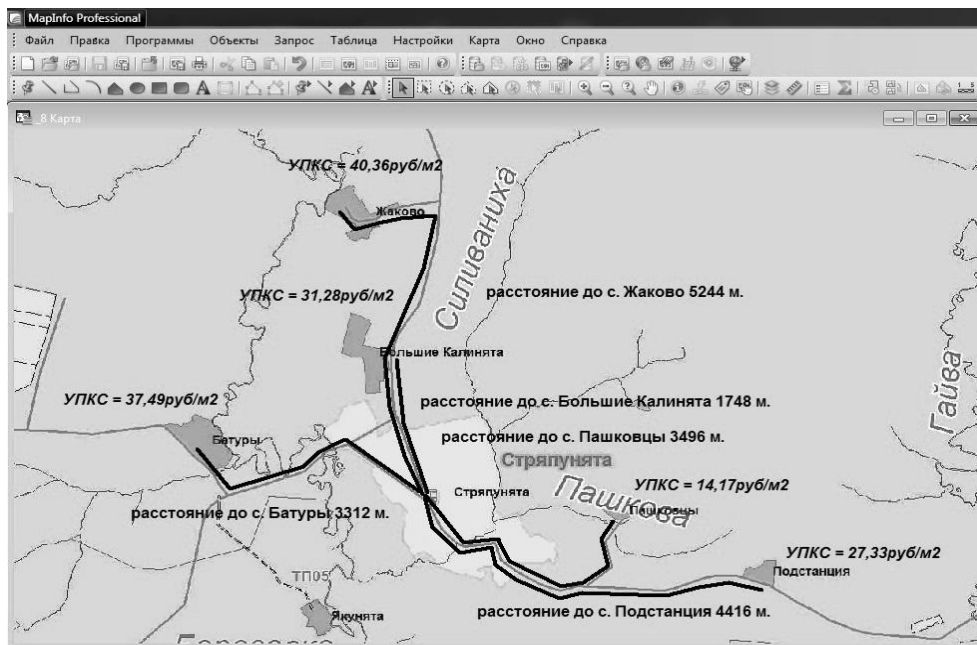


Рисунок. Анализ местоположения сельских населенных пунктов Краснокамского муниципального района Пермского края (на примере MapInfo)

Литература

1. Варламов А.А., Севостьянов А.В. Земельный кадастр: В 6 т. Оценка земли и иной недвижимости. – М.: КолосС, 2006. – Т.5. – 265 с.
2. Основы геоинформатики: В 2 кн. Кн. 1: Учебное пособие. / Е.Г. Капралов, А.В. Кошкарев, В.С. Тикунов и др.; Под ред. В.С. Тикунова. – М.: Издательский центр «Академия», 2004. – 352 с.
3. Цветков В.Я. ГИС как система визуальной обработки информации / В.Я. Цветков // Изв. вузов. Сер. Геодезия и аэрофотосъемка. – М., – 2000. – №5. – С. 143-147.
4. Янушевич В. ГИС и САД-технологии в земельном кадастре и муниципальном управлении / В. Янушевич // Муниципальные геоинформационные системы: Материалы конф. – Обнинск 27.01.97-31.01.97. – Обнинск, 1997. – С.20-22.

ПРОЕКТ ЭМБЛЕМЫ ТПУ ДЛЯ РАЗМЕЩЕНИЯ НА СКЛОНЕ ПРОСПЕКТА ЛЕНИНА

**И.С. Перемитин, В.В. Дрогин, В.С. Фролова, Е.Ю. Мошева, Ю.В. Вакарь,
А.С. Лукьяновская, Т.М. Садыков**

Научный руководитель профессор О.А. Пасько

Национально исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Ландшафтный дизайн позволяет создавать своеобразные «визитные карточки», по которым судят о статусе, уровне обеспеченности организаций и учреждений. Оригинальные, профессионально выполненные композиции неизбежно привлекают внимание и помогают создавать достойный имидж. Томский политехнический университет явно выиграл бы, если бы напротив главного корпуса была размещена композиция, изображающая его герб. По этому знаку можно было бы легко определять местоположение главного корпуса. Он стал бы рекламой и ориентиром для абитуриентов, поступающих учиться. Герб подчеркнул бы уникальность вуза, поскольку только у Политехнического есть исключительная возможность размещения композиции на склоне.

Целью данной работы являлось проектирование композиции «Герб ТПУ» на склоне напротив главного корпуса.

Задачами работы были:

- разработать эскиз композиции, приемлемый для исполнения;
- определить ее оптимальное размещение, площадь. Сделать привязку к местности;

подобрать материалы с учетом специфики размещения на оживленном проспекте;
разработать технологию создания композиции;
провести оценку расходов на создание и поддержание в декоративном состоянии композиции.



Рис. 1. Эскиз композиции «Герб Томского политехнического университета» и предполагаемое место его размещения

При выполнении эскиза было произведено упрощение рисунка, поскольку излишняя детализация осложнила бы выполнение и восприятие композиции.

Для создания конструкции необходимы: пластиковые полосы для опалубки, песок для дренажа, конструкции чисел и букв из металлизированного пластика, мраморный щебень, отличающийся благородным внешним видом, химической устойчивостью к эмульсиям, минеральным маслам, органическим растворителям, щелочным растворам и т.д.

Технология выполнения композиции заключается в следующем. Определяют центр, от которого колышком, закрепленным на веревке, равным радиусу, очерчивают окружность. Лопатой вынимают грунт на глубину 20 см. Устанавливаются опалубку, равномерно рассыпают песок, проливая его водой для усадки. На земля укладывают изолирующий материал (полиэтилен). Снова насыпают песок, слоем около 3-4 см. Устанавливают цифры и буквы, забетонированные в массивные основания. Засыпают декоративный щебень. Высаживают и поливают почвопокровные растения очитки и алиссум.

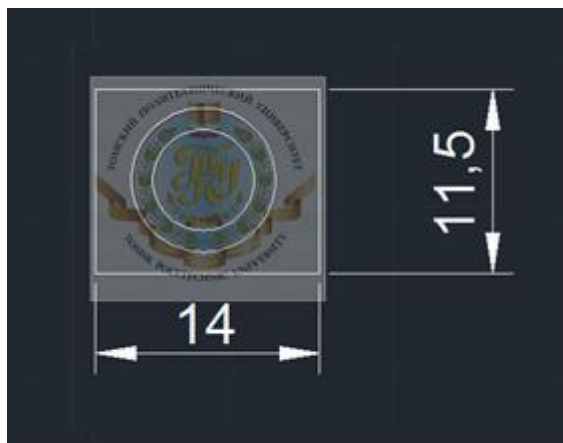


Рис 2. Линейные размеры герба

Проведенные нами расчеты показали, что для осуществления проекта потребуется 28 кв. метров пленки, конструкции чисел и букв (дата основания университета (1896), название (ТТУ), 60 метров опалубки (металлизированный пластик). Исходя из того что для равномерного беспросветного покрытия одного кв. метра необходимо примерно 30 кг щебня, нам потребуется: 64 кг синего щебня, 330 кг белого, 198 кг голубого и 160 кг желтого. Вокруг герба необходимо разбить 5.4 кв. метров газона и насыпать 5 куб. м песка.

По нашим оценкам стоимость расходных материалов составляет около 20 тысяч рублей (19.547 руб.), стоимость рассады – около 3,5 тысяч, оплата работы по монтажу, уходу за композицией и демонтажу на зимний период – 8,5 руб., т.е. всего около 32-х тысяч рублей.

Таблица

Расчет затрат на расходные материалы

Наименование	Количество	Сумма, руб.
Целлофан	28 кв.м	532
Буквы	4 элемента	3.500
Опалубка	60 м	600
Синий щебень	4 мешка (64 кг)	2360
Белый щебень	17 мешков (330 кг)	9690
Голубой щебень	10 мешков (198 кг)	5800
Желтый щебень	8 мешков (160 кг)	4720
Газон	5.4 кв.м.	54
Песок	5 куб.м	1500

Литература:

1. Пименов В. В., Пестриков В. С. и др. Участковое землеустройство. Методические указания / В.В. Пименов, В.С. Пестриков, Д.В. Новиков П.А. Комаров. — Москва, ГУЗ, 2004. — 126 с.

ПРИРОДНО-ТЕХНОГЕННЫЕ УСЛОВИЯ ЭКОЛОГИЗАЦИИ ЗЕМЛЕПОЛЬЗОВАНИЯ**Т.М. Садыков, В.С. Фролова**

Научный руководитель доцент С.В. Серяков

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

В последнее время на территории всей страны, и Томской области в частности, активно развиваются природно-техногенные процессы, приводящие к различным последствиям. Один из таких примеров мы хотим рассмотреть в своей работе. Подтопление урбанизированной территории на примере городского округа Стрежевой является актуальной проблемой как исходя из природно-географического расположения города, так и из техногенных проблем, связанных с неисправностью водопровода, канализационной системы и теплотрасс.

В настоящее время проблемы землепользования на урбанизированных территориях приобрели новый виток своего развития. А именно, сформировались противоречия в области использования и управления земельными ресурсами. Россия располагает огромными земельными ресурсами, при этом эффективность их использования и управления ими остается в настоящее время очень низкой, что оказывает большое негативное воздействие на целостность сложных естественных экологических систем.

Решение проблем нерационального землепользования возможно путем экологизации территорий. В современных условиях все развитие государства стараются сохранить, а по возможности приумножить имеющиеся земельные ресурсы системными экологизированными методами управления.

Данная проблема возникла уже в конце XIX столетия, тогда в литературе появились публикации о влиянии строительства на изменение гидрогеологических условий застраиваемых территорий, и к настоящему моменту приняла массовый характер и стала угрожать стабильному функционированию городов страны. Из этого следует, что экологизация землепользования является первоочередной задачей, требующей незамедлительного решения.

Природно-техногенные условия и геоэкологические особенности совместно с водохозяйственным комплексом инженерной инфраструктуры рассматривались в работах М.Э Янишевского, М.К. Коровина, К.В. Радугина, Л.А. Рагозина, Б.В. Плотникова, Т.И. Подгорной, Л.А. Рождественской, Г.М. Рогова, Д.С. Покровского, В.Е. Ольховатенко, М.Б. Букаты, В.К. Попова, Н.В. Крепши, А.В. Мананкова, В.П. Парначева, Г.Г. Щербака, М.Г. Рутмана, и др.

Примером природно-техногенных проблем урбанизированных территорий стал достаточно опасный и распространенный геологический процесс - подтопления городских территорий, который затрудняет нормальное функционирование инженерной инфраструктуры, ухудшает санитарно-гигиенические эпидемиологические условия. Решение проблемы защиты от подтопления городских территорий приобретает первостепенное значение для большинства городов России. Вопросы, связанные с экологизацией природно-техногенных особенностей и развития процессов подтопления, возникающие при неупорядоченной зарегулированности поверхностного стока и потерь воды на водонесущих системах, обуславливающих формирование дополнительного инфильтрационного питания [1].

Подтопление урбанизированных территорий может вызвать такие процессы, как:

разрушение зданий и сооружений, загрязнение подземных вод и поверхностных водотоков;

вымывание гумуса и питательных веществ из почвы;

изменение химического состава подземных вод и, как следствие, увеличение их агрессивности, что приводит к коррозии металлических сооружений, возникновению и активизации опасных природных и природно-техногенных процессов (просадки, оползни, суффозия, набухание);

изменение физико-механических, прочностных и деформационных свойств грунтов.

Таким образом, подтопление урбанизированных территорий влечет за собой развитие неблагоприятных преобразований в плане возникновения и активизации опасных природных и техно-природных процессов, изменение физико-механических, прочностных и деформационных свойств грунтов и т.п.

Экологизация землепользования – одно из основных мероприятий рационального землепользования, которое включает в себя систему знаний и решений по сохранению природной среды, поддержанию экологического равновесия, сокращению воздействий человека на среду обитания и постепенному переходу к «мягкому» взаимодействию, направленному на сохранение и восстановление природы и среды обитания человека с использованием природосберегающих и природовосстанавливающих методов хозяйствования, с эффективным использованием ресурсов и преимущественным потреблением возобновимых ресурсов. Она подразумевает рационализацию ландшафтно-экологического состояния земель и эколого-хозяйственных сфер деятельности на урбанизированных территориях [2].

Изучение подтоплений на территории Томской области началась около тридцати лет назад, когда были проведены первые исследования, касающиеся данной проблемы.

В 1996 г. было принято Постановление правительства Российской Федерации № 306 «О мерах по защите от подтопления и его неблагоприятных последствий территорий России».

В нашей работе рассмотрены методы землепользования, необходимые для уменьшения воздействия природно-техногенных процессов, в частности, подтопления, на урбанизированных территориях городского округа Стрежевой.

Стрежевской водозабор находится на северо-западе области, в 1,5 км от г.о. Стрежевого, в пределах второй террасы р. Оби. Водозабор работает с декабря 1973 г. и эксплуатирует подземные воды палеогенового водоносного горизонта. Производительность водозабора в отчетный период находится в пределах 16-17 тыс. м³/сут. В сеть подается воды порядка 73-75 тыс м³/год, а доводится до потребителя около 40-42 тыс м³/год. Исходя из этих данных, можно сделать вывод, что имеются колоссальные потери, которые не учитываются при назначении коммунальных услуг.

Задачами экологизации землепользования в данных природно-техногенных условиях являются:

контроль над природными условиями в условиях данной территории (особенно в районах избыточного увлажнения);

повышение качества услуг водоснабжения и водоотведения;

оптимизация эксплуатационных затрат;

снижение водопотребления на основе снижения внутримомовых потерь и потерь на системах водоснабжения, снижение объемов добываемой воды и снижение затрат на добычу воды;

внедрение современных эффективных технологий;

увеличение капитальных вложений в реконструкцию и модернизацию инженерного оборудования.

Принимая во внимание техногенную природу подтопления, в плане его воздействия на городскую инфраструктуру нами сделаны расчеты дополнительного инфильтрационного питания. Рассмотрен один из основных факторов, влияющих на развитие процессов подтопления застроенных городских территорий, каким является обобщенная интенсивность техногенного питания, создаваемая в результате потерь из водонесущих коммуникаций. То есть отклонение фактических сроков службы водопроводно-канализационных сетей от нормативных значений, снижение надежности их в эксплуатации и, как следствие, увеличение эксплуатационных издержек и снижение рентабельности коммунальных хозяйств ведущих к изменению эффекта в процессе эксплуатации систем.

Для решения проблем землепользования нами предлагается использовать комплексные подходы в управлении водосборными территориями городского округа Стрежевой. Необходимо поставить ряд задач и провести определенные мероприятия.

Во-первых, необходимо совершенствование нормативно-правовой базы. Для этого требуется подготовка нормативной базы по разработке и утверждению региональных норм и правил на инженерные изыскания, проектирование, строительство и эксплуатацию природно-технических систем, а также разработка и утверждение нового направления «экологизация» и его механизмы в сфере инженерно-хозяйственной деятельности.

Во-вторых, необходимо совершенствование системы управления в сфере инженерной защиты территорий. Для этого нужно разработать и утвердить направление «экологизация» как системы управления в сфере инженерно-хозяйственной деятельности, кроме того, необходимо создать специальный уполномоченный орган государственного управления в сфере инженерно-хозяйственной деятельности. Нужна организация системы единого государственного мониторинга природных и природно-техногенных систем. Для этого следует создать систему государственного мониторинга за состоянием геологической среды и природно-техногенных процессов, создать систему мониторинга за состоянием эксплуатируемых инженерных сооружений, а также создать геоинформационную поддержку системы мониторинга. Необходимо провести оценку состояния и устойчивости природно-технических систем урбанизированных территорий и оценку опасности и риска при освоении территорий и строительстве различных объектов.

Необходимо современно совершенствовать и оценивать суммарную опасность природных и природно-техногенных процессов и современное состояние геологической среды применительно к задачам градостроительства и эксплуатации застроенных территорий [3].

В докладе рассмотрена необходимость в управлении экологической ситуацией в рамках экологизации городского хозяйства. Рассмотренный подход позволит: своевременно оценивать экологическую обстановку; прогнозировать её развитие и осуществлять мониторинг; принимать решения по улучшению среды обитания на

различных уровнях государственного, субъектов Федерации и муниципального управления; идти по пути экологизации и созданию экологически безопасных технологий, а также условий сбалансированного сосуществования окружающей природной среды и человека. Социальная сущность экологической безопасности исходит, прежде всего, от сбалансированности при обеспечении безопасности среды обитания в наших жилищах, вокруг них, на рабочих местах.

Следовательно, экологизация городского хозяйства должна стать приоритетным компонентом принятия решений в области управления городским хозяйством на пути к эколого-экономическому и социальному развитию общества.

Литература

1. Жуков Н. Н., Светоплянский А. В., Суриков Б. К., Светоплянский В. А. Техническое состояние сетей водопровода и канализации городов России и пути их развития // Водоснабжение и санитарная техника, 2002. - № 2. - с.15-17.
2. Тетиор А. XXI век – век создания экологичной среды обитания // Строительная газета. – М., 2005. - № 20
3. Серяков С.В. Экологизация городского хозяйства на фоне сформировавшихся видов техногенного воздействия // Контроль и реабилитация окружающей среды – Томск, 2006. – с. 135

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ФАКТОРОВ СТОИМОСТИ НА РЫНОЧНУЮ СТОИМОСТЬ ЗЕМЕЛЬНЫХ УЧАСТКОВ ДЛЯ ИНДИВИДУАЛЬНОГО ЖИЛИЩНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА

Ю.И. Сапожникова

Научный руководитель доцент Е.Н. Быкова

Санкт-Петербургский государственный горный университет, г. Санкт-Петербург, Россия

В настоящее время в условиях становления унифицированных методов оценки земли для целей налогообложения, кадастра, экологии, необходимость оценки влияния различных ценообразующих факторов на рыночную стоимость земельных участков диктуется рыночными условиями. Стоимость земли, в том числе кадастровая, должна адекватно отражать реальные условия рынка, формируемого под воздействием различных факторов, которые в процессе становления рыночной экономики в России все больше и больше оказывают воздействие на спрос и предложение. Существует множество методик анализа влияния факторов на результирующий показатель в разрезах экспертного, статистического и смешанного методов оценки. В данной работе рассматривается применение статистического метода, так как он отражает влияние спроса и предложения на объект, а цена фактически совершенной сделки максимально учитывает ситуацию на рынке. Кроме того, при использовании статистического метода оценщик ориентируется на фактические цены купли-продажи аналогичных объектов.

В Санкт-Петербурге одним из самых востребованных и предлагаемых видов разрешенного использования на земельном рынке являются земли под индивидуальное жилищное строительство, о чем говорят возрастающий объем, разнообразная структура предложения, а также активизация потребительского спроса. По оценкам девелоперов, спрос на землю под ИЖС в первой половине года вырос в среднем как минимум на 30-40% [1]. Такие масштабы рынка позволяют установить закономерности, определяющие зависимость рыночных цен земельных участков от их параметров. Это и дает возможность применять для них подход массовой оценки недвижимости.

В данной работе для выявления зависимости стоимости земельных участков от ценообразующих факторов используется множественный регрессионный анализ (МРА). При использовании этого метода путем математической обработки имеющейся информации о рыночных ценах и параметрах большого числа однородных объектов определяется математическая зависимость цены от параметров, которая наилучшим, в некотором стандартном математическом смысле, образом соответствует имеющейся информации. Получаемые при этом результаты зависят в основном от представленной на обработку информации и, в меньшей степени, от вариантов стандартных методов ее обработки, выбранных автором методики. Они имеют воспроизводимый, объективный характер и мало зависят от человека, проводящего анализ [4].

Построение уравнения множественной регрессии производился с помощью средства “Регрессия” надстройки “Пакет анализа” MS EXCEL. Выборка земельных участков осуществлялась на основании предложений на землю, полученных из периодических объявлений, помещённых на сайте “Бюллетень недвижимости Санкт-Петербурга и Ленинградской области”, экологического доклада Санкт-Петербурга за 2011 г., а также с использованием электронных карт и других источников.

Выборка содержала 114 земельных участков, предназначенные для индивидуального жилищного строительства в Санкт-Петербурге, что является достаточным условием для выявления зависимости рыночной стоимости от 16 факторов. Количество земельных участков находится в прямой зависимости от количества факторов: $n=6*(m+1)$, где n - количество земельных участков; m - количество факторов. [3]

Уравнения множественной регрессии могут включать в качестве независимых переменных качественные признаки (наличие электричества, воды, канализации, попадание в зону загрязнения от промышленных объектов). Для введения таких переменных в регрессионную модель было произведено их упорядочение и присвоены те или иные значения, т.е. качественные переменные были преобразованы в количественные (1 - да, 0 - нет).

Выбор количества факторов был обусловлен, во-первых, проведением предварительного экспертного анализа результатов анкетирования потенциальных покупателей на рынке рассматриваемой недвижимости, во-вторых, возможностями MS Excel, а также ограниченностью информации. К анализируемым факторам относятся: наличие электричества, наличие воды, наличие газа, наличие канализации, расстояние объекта до центра Санкт-Петербурга, близость к зонам рекреации, близость к водным объектам, расстояние до заказчиков, заповедников, доступность школ, доступность детских садов, расстояние до остановок общественного транспорта, уровень загрязнения атмосферы, уровень загрязнения почвы, уровень загрязнения водопроводной сети, расстояние до трассы, попадание в зону загрязнения от промышленных объектов.

Адекватность и интерпретируемость модели МРА зависит от того, в какой степени удовлетворяются некоторые исходные требования. Для массовой оценки к ним относятся полнота и точность данных, линейность, аддитивность, отсутствие корреляции между независимыми переменными, репрезентативность выборки и некоторые другие, более специальные статистические требования. [2] Таким образом, на начальном этапе построения модели производится проверка на соответствие выборки и факторов указанным выше параметрам.

Построение модели осуществлялось методом включения - это пошаговый отбор переменных. В результате была построена модель и получен отчет по четырем переменным (табл. 1 и 2).

Таким образом, в результате проведения множественного регрессионного анализа удалось выявить значения коэффициентов при независимых значащих переменных, а также путем нормирования определить вес каждого из факторов (табл. 2).

Таблица 1

Регрессионная статистика

Множественный R	0,73
R-квадрат	0,54
Нормированный R-квадрат	0,51
Стандартная ошибка	213,18
Наблюдения	114

Таблица 2

Результаты построения модели

Переменные	Фактор	Коэффициенты	t-статистика	P-Значение	Вес фактора стоимости
Y-пересечение		349,04	7,54	1,5099E-11	0,35
X1	Наличие электричества	271,91	5,58	1,7903E-07	0,27
X6	Близость к зонам рекреации	-205,02	-4,26	4,3628E-05	0,20
X2	Наличие воды	143,91	3,03	0,0030587	0,14
x10	Доступность детских садов	41,74	2,18	0,0316056	0,04

Итоговое уравнение:

$$y = 349,04 + 271,91 \cdot x_1 - 205,02 \cdot x_6 + 143,91 \cdot x_2 + 41,74 \cdot x_{10}$$

В уравнении все коэффициенты значимы (P-значение меньше уровня значимости равного 0,05). Оценка полученных результатов проводится с помощью данных регрессионной статистики. Так $R^2=0,54$, это значение показывает долю объяснённой вариации результативного признака (отклика) за счет включенных в уравнение факторов. Показателям тесноты связи можно дать качественную оценку (шкала Чедокка) - заметная.

Данное уравнение позволяет определить стоимость любого земельного участка, расположенного на территории Санкт-Петербурга для функционального использования территории под индивидуальное жилищное строительство путем подстановки в него значения переменных.

Полученное уравнение адекватно описывает зависимость стоимости земельного участка для ИЖС в Санкт-Петербурге от ряда факторов:

- коэффициент при x_1 показывает, что наличие подведенного электричества на участок влечет увеличение стоимости 1 сотки земельного участка на 271,91 тыс. руб.;
- коэффициент при x_6 - увеличение расстояния до заказчиков на 1 км, влечет уменьшение стоимости 1 сотки земельного участка на 205,02 тыс. руб.;
- коэффициент при x_2 - показывает, что наличие подведенного водопровода на участок влечет увеличение стоимости 1 сотки земельного участка на 143,91 тыс. руб.;
- коэффициент при x_{10} - увеличение расстояния до детских садов на 1 км влечет снижение стоимости 1 сотки земельного участка на 41,74 тыс. руб.

Анализ построенного уравнения множественной регрессии позволил выявить тот факт, что на стоимость земель для ИЖС большее влияние оказывают территориальные условия, факторы развития инженерной инфраструктуры, а также экологические факторы.

Модель построенного уравнения множественной регрессии на основе массовой оценки может применяться для налогообложения, определения рыночной стоимости земельных участков в регионах с неразвитым рынком для целей кадастровой оценки, расчета стоимости земельного участка, выставляемого на продажу, учитывая только значимые факторы. Данная методика позволит определить альтернативную стоимость земельного участка, которая не будет завышаться или занижаться продавцом и покупателем в свою пользу. Полученные веса можно использовать для расчета коэффициентов дифференциации кадастровой стоимости земельных участков под ИЖС и расчета корректировок, вносимых при оценке земель сравнительным методом.

Полученная модель была апробирована на земельном участке Пушкинского района пос. Тярлево. С помощью найденного уравнения регрессии была рассчитана стоимость одной сотки земельного участка, она оказалась равной 705,49 тыс. руб. Сравнив с предлагаемой стоимостью на рынке недвижимости (733,33 тыс.руб.), можно сделать вывод о том, что полученная модель адекватна и ее можно использовать для расчетов рыночной стоимости земельных участков под ИЖС Санкт-Петербурга.

Литература

1. Обзор рынка организованной коттеджной застройки Санкт-Петербурга www.spbzagorod.ru.
2. Новиков Б.Д. О практическом опыте и методических проблемах массовой оценки рыночной стоимости московских квартир. — «Вопросы оценки», апрель — сентябрь 1996 г.
3. Технические рекомендации по государственной кадастровой оценке земель населенных пунктов. Приказ Федерального агентства кадастра объектов недвижимости от 29 июня 2007 г. N П/0152 — М., 2007.
4. <http://www.ocenka-express.ru/articles/54/58> «Бюро экспресс оценки».

ВЕДЕНИЕ КАДАСТРА ЗЕМЕЛЬ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО НАЗНАЧЕНИЯ: АНАЛИЗ, ПРОБЛЕМЫ

О.С. Скоробогатова

Научный руководитель доцент Н.П. Шалдунова

Пермская государственная сельскохозяйственная академия имени академика

Д.Н. Прянишникова, г. Пермь, Россия

В результате земельной реформы, которая началась в 1991 году у бывших колхозов и совхозов были изъяты сельскохозяйственные угодья, из них 10 % передано в ведение сельских администрации и в фонды перераспределения земель, а оставшиеся 90 % сельскохозяйственных угодий разделены между работниками колхозов и совхозов, пенсионерами, работниками социальной сферы на паи. Каждый из них получил условную земельную долю без определения её границ на местности, а у колхозов и совхозов остались только несельскохозяйственные угодья, закреплённые за ними на праве постоянного (бессрочного) пользования. Имущество колхозов и совхозов также было поделено на имущественные паи и передано бывшим работникам [1].

Основная цель земельной реформы – разгосударствление земель, формирование многообразия форм собственности на землю, создание земельного рынка. Процесс создания земельного рынка на землях сельскохозяйственного назначения затянулся, так как земли этой категории практически были ограничены в обороте. Только с принятием Федеральным законом № 101 от 24.07.2002 года «Об обороте земель сельскохозяйственного назначения» (далее – ФЗ «Об обороте земель...») появилась правовая основа полноценного вовлечения данных земель в рыночный оборот. Однако до сих пор это право собственности остается в значительной степени виртуальным – так как в натуре земельные доли в большинстве случаев владельцами не выделены.

Исследования показали, что за последние годы на территории Пермского края наблюдается тенденция уменьшения площадей земель сельскохозяйственного назначения. За последние 20 лет, с 1990 по 2010 годы площадь земель этой категории уменьшилась с 4307 до 3580 тыс.га., в том числе площадь пашни уменьшилась с 2037,6 до 1659,4 тыс. га, т.е. на 19 % (табл. 1).

Таблица 1

Динамика площади земель сельскохозяйственного назначения в Пермском крае за 1990-2010 г.г., тыс. га

Годы	1990	1995	2000	2005	2010
Площадь земель сельскохозяйственного назначения:	4307	3752	3617	3736	3580
в том числе пашни	2037,6	1940,8	1831,0	1697,0	1659,4

Сложившиеся, в результате приватизационных процессов, отношения собственности на землю привели к тому, что до 50 % дольщиков давно не работают в сельском хозяйстве, а сельскохозяйственные предприятия (АО, ООО, КСХП) сформированные на базе бывших совхозов и колхозов в производственном процессе используют значительно меньшие площади пашни, причем и эти земли не оформлены в том порядке, который определен ФЗ « Об обороте земель...».

Часть собственников земельных долей не только не используют пашню, но и не принимают решения по её распоряжению, а органы местного самоуправления не имеют информации о местонахождении этих собственников. Такие участки пашни оформляются как не востребованные земельные доли, в первую очередь, это пахотные массивы, которые долгое время не обрабатывались, значительная часть из них заросла лесом и кустарником.

Проведенный анализ в Березовском районе Пермского края показал, что удельный вес не востребованных земельных долей постоянно растет (табл. 2).

Всего в Пермском крае, в не востребованных земельных долях сейчас находится порядка 869 тысяч гектаров пашни. Часть этих земель необходимо в будущем рассматривать как инвестиционные площадки, на которых может быть создано эффективное производство сельскохозяйственной продукции. Если они перейдут в собственность реальных фермеров и агрофирм - это увеличит не только капитал предприятий, но и налогооблагаемую базу, так как в настоящее время налог с этих земель не собирается [2].

Однако для осуществления этих мероприятий необходимо провести процедуру постановки не востребованных земельных долей на кадастровый учет. В настоящее время проблема ведения кадастра земель сельскохозяйственного назначения стоит очень остро по ряду причин. Так, современная информационная база кадастра содержит большой объем цифровой информации, в ряде форм, таких как 22-1, 22-2, 22-3, 22-4, 22-5 и 22-6, ведется учет площадей земель сельскохозяйственного назначения в разрезе муниципальных районов, в том числе указываются площади не востребованных земельных долей, площади находящиеся в коллективно-долевой собственности и др..

Таблица 2

Динамика использования земельных долей в Березовском районе Пермского края с 2005 по 2009 гг.

Показатели	2005	2006	2007	2008	2009
Площадь земель в коллективно-долевой собственности всего, га:	60415	60415	60442	58791	58086
в т.ч. площадь не востребованных земельных долей, га	14482	14482	15927	15927	15346
удельный вес, %	24,0	24,0	26,4	27,1	26,4

При этом отсутствует реальная информация о структуре угодий, их качественных характеристиках так, как инвентаризация земель этой категории более 20 лет не проводилась. Кроме того, отсутствует объективная информация о местоположении границ земельных участков, которые находятся в коллективно-долевой собственности. На дежурной кадастровой карте муниципального района, имеется информация о границах бывших колхозов и совхозов, площади земель которых и внесены в базу данных кадастра на основе ранее возникших прав. Если на территории бывшего совхоза (колхоза) формировалось несколько хозяйствующих субъектов, их граница устанавливалась картометрическим способом, привязывая её к границе полей, естественных урочищ.

При выделе, по результатам межевания, отдельных земельных участков в счет земельных долей, новому объекту недвижимости присваивается кадастровый номер, вносится информация о границах, площади, собственнике или собственниках. Оставшаяся площадь остается в коллективно-долевой собственности. При этом информация о местоположении не востребованных земельных долей устанавливается со слов руководителей сельскохозяйственных предприятий, и только в отдельных случаях, проводятся собрания заинтересованных дольщиков и представителей органов местного самоуправления, которые стремятся определить местоположения земельных участков в счет земельных долей. При этом границы этих участков так же устанавливают картометрическим способом. К примеру, для проведения процедуры согласования выдела земельного участка в счет земельной доли, в соответствии с ФЗ №101 «Об обороте земель ...» в средствах массовой информации достаточно разместить объявление с указанием наименования урочища или другой условной привязке земельного участка на местности.

Таким образом, сведения, которые сегодня имеются в информационной базе кадастра недвижимости о землях сельскохозяйственного назначения, не отображают реальной ситуации о местонахождении, качестве, площади земельных участков различных форм собственности. Для получения полной и достоверной информации необходимо осуществления следующих мероприятий:

- почвенное обследование сельскохозяйственных угодий;
- инвентаризация земель сельскохозяйственного назначения;
- формирование межевых планов;
- оформление дежурных кадастровых карт в соответствии с происходящими процессами.

Все перечисленные мероприятия требуют большого объема капитальных вложений, которых ни собственники земельных долей, ни органы местного самоуправления не имеют. Для осуществления данных мероприятий требуется федеральное и региональное финансирование.

Литература

1. Семенко Ксения Российская газета «Приволжский федеральный округ», статья «Земля и доля»,—М., 2011.

- Огородов И.П. Стратегия развития устойчивого высокоэффективного сельскохозяйственного производства индустриального региона (на примере Пермского края) / И.П. Огородов, Н.А. Светлакова; под общ. ред. Н.А. Светлаковой. – Пермь: Пресстайм, 2007. – С. 215.

ЗОНИРОВАНИЕ И КЛАССИФИКАЦИЯ ЗЕМЕЛЬ ПО ИХ ПРИГОДНОСТИ ДЛЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОМ ПРОИЗВОДСТВЕ

Е.С. Смогоржевская

Научный руководитель доцент З.Ф. Кочергина

Омский государственный аграрный университет, г. Омск, Россия

Под землями понимают генетически самостоятельные участки самой верхней, наиболее активной части суши, являющиеся основным средством производства сельского хозяйства, с характерным природно-хозяйственным качеством, определяющим назначение и использование земель, а также мероприятия по их охране и окультуриванию. В определении земли как сложного природно-хозяйственного комплекса почва рассматривается в качестве основной составной части, наиболее полно выражающей сущность и свойства, включая основные закономерности развития, возможности классификации и систематизации земель.

Учитывая, что земли сельскохозяйственного назначения рассматриваются, прежде всего, как средство производства в сельском хозяйстве, основной целью зонирования должно стать обеспечение максимально эффективного использования этого ресурса для производства сельскохозяйственной продукции. Чтобы достичь этой цели необходимо установить приоритет размещения товарного сельскохозяйственного производства на наиболее плодородных (продуктивных) и технологически удобных для сельскохозяйственного производства землях. Далее по приоритетам определить мелкотоварное производство (личные подсобные хозяйства) и нетоварное производство.

Зонирование земель проводится на основе результатов классификации земель по их пригодности для использования в сельском хозяйстве. При зонировании земель сельскохозяйственного назначения следует принимать во внимание следующие положения, установленные Земельным кодексом Российской Федерации:

- земли сельскохозяйственного назначения рассматриваются, прежде всего, как природный ресурс, используемый в качестве средства производства в сельском хозяйстве;
- земли сельскохозяйственного назначения могут использоваться для сельскохозяйственного производства, личного подсобного хозяйства, садоводства, животноводства, огородничества и дачного строительства.

Зонирование земель сельскохозяйственного назначения предусматривает на уровне района (субъекта Российской Федерации) проведение работ по:

- классификации земель по их пригодности для использования в сельском хозяйстве;
- зонированию земель района (субъекта Российской Федерации) на основе результатов классификации и выработке предложений по установлению видов разрешенного использования в выделенных зонах.

Образование и развитие земель, как и других природных тел, происходит постепенно, от простых форм к более сложным, либо от сложным к более простым. Поэтому основные принципы классификации земель построены на положении о их динамичности, развитии во времени и пространстве.

При зонировании и классификации земель следует учитывать особенности проявления природных условий и природных процессов, которые оказывают существенное влияние на организацию сельскохозяйственного производства. Земельные угодья как ландшафтные образования отличаются свойствами основных компонентов. Ведущими компонентами в ландшафте-угодье выступают почвы, рельеф, грунтовые воды. Почвообразовательный процесс зависит как от климатических особенностей, так и рельефообразования. При использовании земельных угодий в сельскохозяйственном производстве учитываются особенности всех компонентов ландшафта-угодья, но выбираются ведущие, оказывающие наибольшее влияние на характер использования земельных угодий.

Рассматриваемая Бийско-Чумышская природно-климатическая зона Алтайского края отличается большим разнообразием почвенного покрова и рельефа, но наиболее ярко выражен рельефообразовательный процесс. В пределах зоны выделены земли с уклоном от 1° до 15°. Это оказывает влияние на виды и степень проявления негативных процессов. В зависимости от склонов образуется различный агропотенциал. Исходя из этого, предлагается выделить зональные классы земель по рельефу, степени проявления негативных процессов и агропотенциалу. При выделении классов земель используется данные классификации земель по видам агроландшафтов. На основе изучения структуры агроландшафтов с учетом рельефа, степени проявления негативных процессов и агропотенциала предложено выделить следующие зональные классы земель:

- по выровненным участкам и склонам средней и сильносмытые и слабдефлированные;
- по выровненным участкам и склонам переувлажненные;
- по выровненным участкам и склонам слабосмытые и слабдефлированные;
- по выровненным приподнятым участкам слабо- и среднесмытые, слабо-, среднедефлированные;
- по выровненным приподнятым участкам переувлажненные;
- по выровненным участкам среднедефлированные;
- по расчлененным участкам слабосмытые, слабо- и среднедефлированные;
- по слабопониженным участкам слабдефлированные;
- по лощинам и нижним частям склонов переувлажненные;
- по прирусловым участкам переувлажненные;

- по днищам логов и западинам переувлажненные.

Неоднородность форм рельефа, почвообразующих пород, уровня залегания грунтовых вод и процесса почвообразования обеспечили формирование разнообразных типов почв, среди которых преобладающими являются черноземы выщелоченные, обыкновенные, оподзоленные; распространены серые лесные, лугово-черноземные, небольшими массивами черноземно-луговые, лугово-болотные, аллювиальные.

В результате обобщения материалов почвенных обследований на территории Первомайского района Алтайского края выделены почвенные разновидности, каждой из которых присвоен балл бонитета, определена урожайность. Данные показатели выражают агропотенциал территории. На основании этих данных с учетом особенностей рельефа и проявления негативных процессов данной территории проведена классификация по категории пригодности земель.

На территории Первомайского района Алтайского края выделены следующие категории пригодности:

- «особо ценные» - сельскохозяйственные угодья пригодные под пашню со значением балла бонитета 85 от 100 до;

- «средние и выше среднего» - сельскохозяйственные угодья пригодные под пашню и кормовые угодья со значением балла бонитета от 65 до 85;

- «ниже среднего» - сельскохозяйственные угодья пригодные под кормовые угодья после улучшения со значением балла бонитета от 50 до 65;

- «малопродуктивные» - пригодные под кормовые угодья после мелиорации со значением балла бонитета меньше 50;

- «непригодные» - сельскохозяйственные угодья, практически непригодные для ведения сельскохозяйственного производства по природным свойствам.

В таблице 1 приведены результаты зонирования земель района по их пригодности для использования в сельском хозяйстве. Всего выделено на территории района четыре зоны.

Таблица 1

Категории земель Первомайского района Алтайского края по их пригодности

Зона	Категории земель	Агропотенциал	
		Балл бонитета	Урожайность, ц/га
1	«особо ценные»	89	22,0
		90	26,0
2	«средние и выше среднего»	74	17,3
		75	21,6
3	«ниже среднего»	59	14,1
		57	16,4
4	«малопродуктивные»	43	10,3
		33	9,5
5	«непригодные»	-	-

Для полевого вида взята урожайность зерновых, для лугово-пастбищного – сена.

Основанием для выделения категорий пригодности является качественное состояние земель и возможность их использования под основные сельскохозяйственные угодья. В отдельных случаях в зависимости от экономических и других факторов существующее использование земель может не соответствовать их намеченной пригодности. Например, земли пригодные под пашню, если они расположены вблизи населённых пунктов или животноводческих комплексов, могут использоваться для посадки многолетних плодовых насаждений или создания долговечных культурных сенокосов и пастбищ. Отнесение земель к определённой категории пригодности, категории земель производится по признакам и свойствам, наиболее существенно влияющим на характер и специфику их возможного и целесообразного использования в составе тех или иных угодий. Необходимым условием для этого является комплексное изучение и сопоставление всех компонентов земель: рельефа, почвообразующей породы, почв и т.д.

Интенсивность использования земельных ресурсов района сопровождается изменением свойств почв и усилением негативных процессов, из которых наиболее опасными являются эродированность, дефлированность, переувлажнение и как результат снижение плодородия почв, а так же урожайности выращиваемых сельскохозяйственных культур.

Материалы зонирования земель на основе классификации почв по их пригодности для использования в сельском хозяйстве необходимы для учета качественного состояния земельных ресурсов района, разработке мероприятий в борьбе с эрозией, переувлажнением и другими негативными процессами и улучшению свойств почв, влияющих на уровень плодородия. Данные результаты зонирования земель найдут применение при планировании соотношения площадей земельных угодий, в выборе типов севооборотов при размещении сельскохозяйственных культур в структуре севооборотов, для поддержания почвенного плодородия, а в итоге с целью дифференцированного рационального использования земельного фонда района.

Литература

1. Агроэкологическая типизация земель как информационная основа современного землеустройства / Д.В. Новиков // Землеустройство, кадастр и мониторинг земель. – М., – 2010. – №1. – С. 29-35.

2. Атлас Алтайского края. - Новосибирск: ФГУП «ПО Инжгеодезия», 2010.- 120 с.
3. Землеустройство как механизм повышения ресурсного потенциала ландшафтных систем в экологизированном землепользовании / В.Д. Постолов // Землеустройство, кадастр и мониторинг земель. — М., — 2010. — №11. — С. 30-35.
4. Комплексная программа социально-экономического развития Алтайского края на период до 2017 года (постановление Администрации края от 28.12.2007 № 622). — Барнаул, 2007.
5. Природно-ресурсный потенциал земли — основа экологической устойчивости землепользования/ З.Ф. Кочергина // Изучение, мониторинг, оценка, геоинформационно-правовое обеспечение использования земель и земельно-имущественного комплекса : сб. науч. тр. — Омск : ОмГАУ, 2006. — С. 68-71.
6. Рейнгард Я.Р. Агроэкологическая оценка почвенного покрова и районирование территории Омской области : монография / Я.Р. Рейнгард, О.В. Нежевлук.- Омск : Изд-во ФГОУ ВПО ОмГАУ, 2008.- 160 с.
7. Система ведения земледелия в Алтайском крае. Рекомендации / Сибирское отделение РАСХН, АНИИСХ. — Барнаул, 2007. — 178 с.

ОСОБЕННОСТИ ИСТОРИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ СРЕДНЕГО ПРИИРТЫШЬЯ КАК ОСНОВА РАЗВИТИЯ РЕКРЕАЦИОННОГО ТУРИЗМА

А.И. Таланова

Научный руководитель доцент З.Ф. Кочергина

Омский государственный аграрный университет им. П.А. Столыпина, г.Омск, Россия

Раскопки, проводившиеся на стоянках у села Черноозерье, расположенного в Саргатском районе Омской области, свидетельствуют о том, что территория Среднего Прииртышья, которую в настоящее время занимает лесостепная зона Омской области стала заселяться людьми более 14 тысяч лет назад [3]. В период неолита (новый каменный век) на территории области жили в основном охотники и рыболовы. Результатами археологических исследований стали находки каменных орудий труда, фрагментов лепной керамики, костей животных и рыб. В меднокаменном веке население осваивает искусство изготовления орудий труда и украшений из меди, зарождается скотоводство. В бронзовом веке население современного Прииртышья испытало мощное влияние более развитых культур. Одной из них была андроновская культура, пришедшая в регион из Казахстана. Андроновская культура предполагала единый хозяйственно-культурный тип пастухов-скотоводов и земледельцев, почва обрабатывалась вручную каменными и бронзовыми мотыгами. Охота и рыболовство большого значения в хозяйственной жизни уже не имели. Еще одна культура родом из Северного Казахстана - карасукская также оказала существенное влияние на развитие народов Среднего Прииртышья. Находки некоторых памятников говорят о развитом бронзолитейном производстве в Прииртышье: в погребениях находят кремнёвые наконечники стрел, бронзовые орудия и оружие, украшения, керамику, бронзовые изделия украшались геометрическим орнаментом и скульптурными изображениями животных. В более позднее время территория подверглась целому ряду миграций и в результате была заселена сибирскими татарами.

Освоение территории Среднего Прииртышья русскими относится к концу 16 века. Северная лесостепная зона была заселена русскими значительно позже. Осенью 1759 года появились первые поселенцы в станцах на речке Тюкалке и Крутой, зимой 1760 года здесь уже стояли крестьянские избы, где могли останавливаться проезжие [5].

В Тюкалинской слободе записано переселенцев из Знаменского погоста 94 мужских души. Из Ложниковского 76, в том числе семей Зыряновых, 4 семьи Горчаковых, 2 семьи Сажиных, а также Ложниковы, Бутыковы. В Крутинской в числе первых переселенцев записано 4 семьи Черепановых, по 2 семьи Борисовых и Бердюгиных, а также Токарев, Гонохов, Дунаев. Эти фамилии преобладали в этих селениях в 18-19 вв.

Сибирские крестьяне всегда отличались осмотрительностью, особенно при переселениях. Когда же первые переселенцы стали здесь получать более высокие урожаи, обзавелись животноводством и постройками, число желающих на переселение стало быстро увеличиваться. Массовые переезды проходили в 1765—1768 годах. Заселить лесостепные пространства одними лишь охотниками из сибирских уездов было невозможно, и правительство прибегает к насильственным переселениям. С 1760 года в Сибирь прибывали ссыльные в счет рекрут, отправляемые «за предерзостное поведение». С 1764 года ссыльные стали размещаться по Иртышской линии и Новому тракту в Омском Прииртышье.

Во второй половине 18 века начинается освоение русскими крестьянами севера Тарского уезда. Если в 1701 году на территории современной Омской области было 49 русских населенных пунктов, 1763 году - 117, то к 1782 году их число увеличилось до 242, а в 1816 их было уже 359. Можно считать, что к этому времени все пространство Омского Прииртышья, кроме юго-западной части, вчерне было освоено русскими земледельцами. Основаны базовые селения, распаханы первые поля, приобретен необходимый опыт хлебопашества. Русское население достигло 70 тысяч человек. Это была достаточная база для дальнейшего развития экономики края, для естественного развития скомплектованного русского старожильского населения. Последующее развитие шло путем уплотнения селений, выделения новых деревень-выселков из ранее основанных селений.

Позже, в середине 19 века и особенно его конца, в край прибывают десятки тысяч переселенцев из Европейской России. Создаются новые переселенческие деревни, укрупняются старые. Это был уже новый процесс освоения Омского Прииртышья. Особенно активно эти процессы проявлялись в период проведения аграрной реформы П.А. Столыпина.

Не оставалась Омская область в стороне от исторических событий, которые сотрясали всю нашу страну в годы установления советской власти. В 1920 году на всей территории области была установлена Советская

власть. Одной из трагических страниц истории области стала насильственная коллективизация. Жители районов области принимали участие в вооруженных крестьянских восстаниях.

Из всей северной лесостепной зоны строительство железнодорожной магистрали коснулось только Называевского района. В некоторых других районах развито речное судоходство на реке Иртыш.

По состоянию на 1 января 2012 года северная лесостепная зона Омской области представлена девятью муниципальными районами: Большереченским, Горьковским, Колосовским, Крутинским, Муромцевским, Называевским, Нижнеомским, Саргатским и Тюкалинским.

В послевоенные годы в результате освоения целинных земель в 1954-1956 годах в районах северной лесостепи Омской области были организованы мощные зерновые и мясомолочные хозяйства, которые в настоящее время являются низкорентабельными. Значительная площадь земель районов, входящих в северную лесостепную зону представлена сельскохозяйственными угодьями (таблица).

Поскольку 53,1 % земель зоны занято сельскохозяйственными угодьями, именно сельское хозяйство играет ведущую роль в экономике входящих в нее районов. Однако согласно Стратегии социально-экономического развития Омской области до 2020 года перечисленные муниципальные районы имеют следующие перспективы развития:

- строительство животноводческих комплексов;
- развитие производств по переработке сельскохозяйственной продукции;
- организация производства кирпича;
- развитие туристско-рекреационной зоны [4].

Именно развитие туризма может стать существенным источником не только пополнения муниципальных бюджетов, но и значительным вкладом в развитие социальной сферы.

Богатая история заселения Северного Прииртышья предоставляет ряд уникальных возможностей для организации туристско-рекреационных зон. Формированию таких зон должно предшествовать тщательное изучение культурных и природных достопримечательностей зоны.

Таблица
Распределение земель северной лесостепной зоны Омской области по угодьям по состоянию на 1 января 2011 года

Общая площадь, тыс. га	Сельскохозяйственные угодья всего, тыс. га	Лесные площади, тыс. га	Лесные насаждения, не входящие в лесной фонд, тыс. га	Под водой, тыс. га	Земли застройки, тыс. га	Под дорогами, тыс. га	Болота, тыс. га	Нарушенные земли, тыс. га	Прочие земли, тыс. га
4380,6	2326,8	1154,5	25,1	144,6	20,4	47,1	646,8	1,3	14,1
100 %	53,1 %	26,4 %	0,6 %	3,3 %	0,5 %	1,1 %	14,8 %	0,0 %	0,3 %

Природные и исторические условия позволяют развить в районах северной лесостепи следующие виды туризма:

- туризм с целью изучения культуры: этот вид ориентирован на познание как родной, так и чужой культуры. Потенциал северной лесостепи позволяет организовать на данной территории как познавательный, так и паломнический туризм.

Раскопки, приводящиеся на указанной территории, вызывают интерес не только научного сообщества, но и ряда туристов. Поскольку в пределах зоны имеется ряд интересных объектов, возможна организация автобусных экскурсий, совмещенных с другими видами туризма.

Шайтан-озеро, расположенное недалеко от деревни Окунево, является местом паломничества представителей различных конфессий.

- спортивный туризм: к этому виду относятся поездки с целью участия в спортивных мероприятиях, совершения конных прогулок и др. Спортивный туризм имеет смысл совмещать с оздоровительным.

- оздоровительный туризм предполагает пребывание в экологически благоприятной среде на протяжении некоторого времени. Близость к областному центру, отсутствие крупных промышленных узлов, наличие массивов леса и минеральных источников, а также близость реки Иртыш и большого числа озер позволяет организовать в районах северной лесостепи сеть зон оздоровительного туризма.

- сельский туризм: такой вид туризма должен быть организован в первую очередь фермерами для привлечения городских жителей. Позволяет туристам избавиться от повседневных стрессов, приобщиться к сельской жизни.

- охотничий туризм: ресурсы северной лесостепи позволяют организовать охоту, как для жителей Омской области, так и для приезжих, в том числе для иностранных туристов. Для развития такого туризма необходимо проведение охотоустройства, включающее изучение потенциала территории, планирование и реализация специальных мероприятий, а также установление сооружений, необходимых для создания комфортных условий охотников.

Организация туристско-рекреационных зон способствует развитию социальной инфраструктуры, созданию новых рабочих мест, а также условий для ведения малого бизнеса селянами. Кроме того, развитие альтернативных сельскому хозяйству видов деятельности обеспечит инвестиционную привлекательность сельских районов.

Литература

1. Колесников А.Д. Памятники и памятные места Омска и Омской области. – Омск, 1987. – 198 с.
2. Куроедов М.В. История г. Называевска и Называевского района. – Омск, 2003. – 230 с.
3. Социокультурный портрет Омской области / Омский государственный университет / Под общ. ред. В.С. Половинко. – Омск: Издательство Омского государственного университета, 2010. – 411 с.
4. Стратегия социально-экономического развития Омской области до 2020 года – [Электронный ресурс]. – <http://www.omskportal.ru/ru/government/branches/Economy/DevelopmentStrategy.html>
5. Тарская мозаика (история края в очерках и документах 1594–1917 гг.). – Омск, 1994. – 200 с.

РАЗРАБОТКА ПРОЕКТА МЕЖЕВАНИЯ ЗЕМЕЛЬНОГО УЧАСТКА, НАХОДЯЩЕГОСЯ В ОБЩЕЙ ДОЛЕВОЙ СОБСТВЕННОСТИ ГРАЖДАН, НА ПРИМЕРЕ СОВХОЗА «СЕВЕРНЫЙ» ПЕЧЕНГСКОГО РАЙОНА МУРМАНСКОЙ ОБЛАСТИ

А.С. Третьякова

Научный руководитель доцент Е.Н. Быкова

Санкт-Петербургский государственный горный университет, г. Санкт-Петербург, Россия

Оздоровление аграрного сектора экономики и совершенствование существующей системы земельных отношений являются одними из приоритетных направлений развития современной России. Перед государством сегодня стоит проблема решения двух разноплановых задач: поддержки отечественного производителя сельскохозяйственной продукции и реформирования института земельной доли. Согласно федеральному закону «Об обороте земель сельскохозяйственного назначения» № 101-ФЗ, земельная доля - это доля в праве общей собственности на земельные участки из земель сельскохозяйственного назначения. [1] Посредством введения земельных долей и реорганизации совхозов и колхозов в 1991-1996 годах был осуществлен переход от государственной собственности на землю к частной.

В настоящее время 78% земель, находящихся в собственности физических лиц, до сих пор существуют в форме земельных долей, т.е. не произошел их выдел в натуру с последующим полноценным вовлечением в хозяйственный оборот [3]. Ведь, несмотря на, казалось бы, широкие возможности по использованию земельных долей без выдела в счет них земельных участков, распоряжение ими ограничено действующим законодательством [1]. Немаловажен и тот факт, что в течение двадцати лет в нашей стране функционирует временный механизм распоряжения землей, изначально имевший существенные недостатки, которые ни нормативно-правовые акты 90х годов, ни последние изменения в ныне действующем законодательстве так и не смогли полностью устранить.

На основании ретроспективного анализа нормативно-правовой базы, анализа действующих нормативно-правовых актов и детального рассмотрения основных проблем оборота земельных долей, существующих на сегодняшний день, была разработана система мероприятий для осуществления перехода от земельных долей к фактическим участкам. Часть предложенных решений была реализована на примере совхоза «Северный», расположенного в Печенгском районе Мурманской области. В частности, был составлен проект межевания указанной территории для выдела земельных участков в счет земельных долей.

В ходе подготовительного этапа из Государственного фонда данных были получены результаты последнего внутрихозяйственного землеустройства (1989 г.), сведения о качественной оценке почв и соответствующие картографические материалы. На их основе с привлечением данных, содержащихся в государственном кадастре недвижимости, был разработан проект межевания земельного участка (рисунок). В связи с отсутствием более поздних картографических материалов в работе также использовались результаты натурных обследований местности и обзорные спутниковые снимки из открытых источников.

Предложенный проект межевания является комплексным и выполнен на территорию всего землепользования, что позволяет снизить трудовые и материальные затраты на разработку подобной документации по сравнению с индивидуальными проектами. На основании опроса населения с учетом климатических условий региона удалось приблизительно оценить потребность в земельных участках различных видов целевого использования. Размеры образуемых участков определялись исходя из среднерайонной нормы бесплатной передачи земли в собственность для различных видов целевого использования земельных участков [2]. Проект предусматривает выделение земельных участков для целей:

- огородничества без права возведения некапитальных строений в размере 0,02-0,06 га и с правом возведения некапитальных строений (0,06 га);
- дачного строительства (0,06-0,10 га);
- ведения крестьянского (фермерского) хозяйства (от 1 га).

Участки каждого типа целесообразно располагать группами в разных частях земельного массива с учетом вида их разрешенного использования. При разработке проектных решений соблюдались строительные и санитарные нормы и правила, а также требования по установлению зон с особым режимом использования

земель. В проекте была предусмотрена и размечена сеть внутренних проездов, также было учтено наличие дренажной системы.

Отличительной чертой предложенного проекта является учет при проектировании схемы расположения земельных участков фактических землепользователей, т.е. лиц, самовольно занявших часть земельного массива. Границы таких земельных участков были сохранены в неизменном виде, так как они соответствуют требованиям действующего законодательства. Для таких участков в индивидуальном порядке был решен вопрос о виде разрешенного использования, что послужило основой для размещения на территории групп участков различного целевого использования.

В итоге был составлен качественный проект межевания, позволяющий перейти от бесхозного земельного массива к инженерно организованной территории, состоящей из земельных участков определенного целевого назначения. Проведение комплекса землеустроительных работ позволит не только улучшить пространственные условия территории, но и избежать споров между правообладателями в процессе непосредственного выделения земельных участков в счет земельных долей.



Масштаб 1:15 000

Условные обозначения

- 1- участки, фактически используемые для огородничества (с возведением некапитальных строений)
- 2 - участки, предназначенные для огородничества (без возведения некапитальных строений)
- 3 - участки, предназначенные для огородничества (с правом возведения некапитальных строений)
- 4 - территория некоммерческого садово-огороднического объединения «Дружба»
- 5 - участки, фактически используемые для дачного строительства
- 6 - участки, предназначенные для дачного строительства
- 7 - участки, предназначенные для ведения КФХ
- — проектируемые полевые дороги
-- проектируемы пешеходные тропы

Рис. Схема межевания части землепользования совхоза «Северный» в соответствии с фактическим использованием земель

Литература

1. Об обороте земель сельскохозяйственного назначения: Федеральный закон от 24 июля 2002 г. № 101-ФЗ [Электронный ресурс] – Элетрон. дан. – Консультант Плюс: Высшая школа экономики – СПб: ООО «Ваше право», 2011.
2. Об основах регулирования земельных отношений в Мурманской области: закон Мурманской области от 31.12.2003 № 462-01-ЗМО [Электронный ресурс] – Элетрон. дан. – Консультант Плюс: Высшая школа экономики – СПб: ООО «Ваше право», 2011.
3. Федеральная служба государственной регистрации, кадастра и картографии. Росреестр [Электронный ресурс]: Распределение приватизированных земель по формам собственности и собственникам по состоянию на 1 января 2011. – Элетрон. дан. – 2011. – Режим доступа: http://rosreestr.ru/upload/www/files/diagrams/RF/rf_privat-1.GIF

ИНЖЕНЕРНОЕ ОБУСТРОЙСТВО МИКРОРАЙОНА ПУТЕМ ПРИМЕНЕНИЯ СРЕДСТВ ПО ЗАЩИТЕ ОТ ПРОЦЕССОВ ПОДТАПЛЕНИЯ НА ПРИМЕРЕ МИКРОРАЙОНА ЧЕРЕМОШНИКИ

Д. Д. Федотова

Научный руководитель доцент С. В. Серяков

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Вопросы, связанные с инженерным обустройством территорий, на данном этапе развития человеческого общества являются одними из основополагающих. Выбранная для строительства города или уже освоенная территория часто требует совершенствования, улучшения эстетических качеств, озеленения, защиты от различных негативных воздействий. Эти задачи решаются средствами инженерной подготовки и благоустройства территорий. Инженерная подготовка – это комплекс мероприятий, которые включают освоение территорий для целесообразного градостроительного использования, улучшения санитарно-гигиенических и микроклиматических условий. Инженерная подготовка предполагает выбор площадки под строительство новых домов, микрорайонов и городов. Основными задачами благоустройства территории являются строительство улично-дорожной сети, мостов, озеленение и освещение улиц и территорий, а также обеспечение города комплексом инженерных коммуникаций – водопроводом, канализацией, тепло- и газоснабжением, организацией санитарной очистки территорий и воздушного бассейна города. Кроме того, необходимо осуществлять рациональное планирование территорий, которые требуют осушения. Это обеспечивается путем разработки инженерно-защитных мероприятий от процессов затопления и подтопления городских территорий.

В нашей статье мы рассматриваем проблемы инженерного обустройства мкр. Черемошники, а именно подтопление городских территорий. Подтопление весьма негативно влияет на массивы горных пород, вследствие чего они переувлажняются и заболачиваются, активизируются оползневые процессы и явления, образуются просадки почво-грунтов и т.д. Естественные величины дополнительного инфильтрационного питания для территории Обь-Томского междуречья, находится в пределах 65-197 мм/год. Важной особенностью мкр. Черемошники является то, что в результате эрозионной деятельности р. Томи на значительной части микрорайона были полностью смыты первая и вторая надпойменные террасы и отложения поймы глубоко врезались в песчано-глинистые палеогеновые образования. Сформировался крутой склон третьей надпойменной террасы (Кашгачная гора), относительное превышение поверхности террасы над поверхностью поймы составляет 20-32 м.

В тыловой части поймы р. Томи при отсутствии второй надпойменной террасы, аллювиальные песчано-гравийные отложения примыкают к водовмещающим отложениям третьей надпойменной террасы, обуславливая тесную гидравлическую связь этих горизонтов (рис. 1).

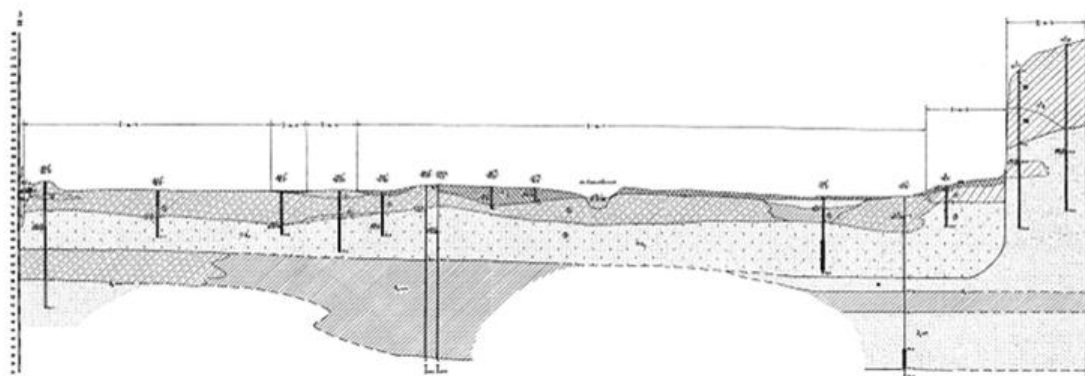


Рис. 1. Инженерно-геологический разрез пойменных и террасовых отложений в микрорайона Черемошники

Пьезометрическая поверхность водоносного горизонта третьей надпойменной террасы располагается значительно выше поверхности пойменных отложений и при отсутствии второй надпойменной террасы происходит разгрузка вод террасовых отложений на поверхность поймы р. Томи в виде многочисленных родников. Это вызывает затопление и подтопление большой площади микрорайона, создавая трудности для строительства и эксплуатации жилых зданий и промышленных объектов.

На участках второй надпойменной террасы присутствует скрытая разгрузка этих вод в водоносный горизонт пойменных отложений. По данным гидрометрических измерений Института проблем ЖКХ, суммарный расход подземного стока поступает со стороны третьей надпойменной террасы на поверхность поймы, равный 3500 м³/сут.

С рекой Томью водоносный горизонт пойменных отложений имеет тесную гидравлическую связь, то есть имеет границу первого рода. В прибрежной части реки Томи - прилегающие к дамбе территории микрорайона. В весенне-летний и осенний паводковые периоды, в результате повышения уровней воды в реке Томи создает подпорный режим, способствующий повышению уровней грунтовых вод.

Подтопление центральной части микрорайона Черемошники определяется наличием двух встречных потоков подземных вод: со стороны реки Томи и подземных вод поступающих со стороны третьей надпойменной террасы. Кроме этого, положение уровней грунтовых вод пойменных отложений значительную часть времени года определяется граничными условиями.

Решить данные проблемы возможно по средствам наличия нормально функционирующей ливневой канализации (ЛК) имеет прямое отношение к решению проблем по регулированию уровня грунтовых вод. Во-первых, в ливневую канализацию подключаются все виды дренажных систем. Во-вторых, траншея ЛК засыпается дренирующим материалом (песком или гравийно-песчаной смесью), поэтому такая траншея является дренажной и способствует осушению прилегающей к ней территории. ЛК состоит из магистральных колодцев, станций перекачки и выпусков ливневых стоков в водоемы. Сеть ЛК в г. Томске начала функционировать с 1965 г. и к настоящему времени 55% трубопроводов эксплуатируется более 30 лет, т.е. значительно превышает нормативные сроки эксплуатации.

Объём утечек из ЛК, которых достигает – 27%, на системах водоснабжения – 34% за счет чего формируется дополнительное инфильтрационное питание. Величина дополнительного инфильтрационного питания, колеблется для районов индивидуальной застройки в пределах м/сут, (46,5 мм/год), а для районов с современной многоэтажной застройкой эта величина составляет м/сут (216 мм/год).

Рациональное благоустройство района, возможно, обеспечить путем разработки и осуществления инженерно-геологических мероприятий, в число которых входит защита территории от затопления и подтопления.

Существующая система инженерной защиты мик. Черемошники представлена ливневой канализацией по улице Героев Чубаровцев и открытыми дренажами по некоторым улицам микрорайона. Но это не решает главной причины подтопления и затопления территории микрорайона - перехват потока подземных вод, разгружающихся в тыловой части поймы и отвода их в систему озер Керепеть.

Необходимо осуметьвить план мероприятий по инженерной защите застроенной территории в микрорайоне Черемошники, а именно:

Капитальный ремонт ливневой канализации по улицам Героев Чубаровцев, Большая Подгорная, Учительская.

Капитальный ремонт ливневой канализации по переулку Зырянскому.

Устройство открытого железобетонного лотка по улице Ангарской.

Капитальный ремонт насосной станции на озере Керепеть.

Капитальный ремонт сбросного сооружения с затворами дамбы у озера Керепеть.

Создание отсечного горизонтального дренажа в комбинации с вертикальным и дополнительной системой ливневых канализаций по улицам микрорайона.

Обустройство у озер Ериневское и Зырянское системы понижающих скважин.

Заложение дополнительной водопропускной трубы на более низких отметках для более эффективного сброса вод в озеро Керепеть.

Расчистка озера Керепеть и открытых дренажных систем.

Целью данных мероприятий является обеспечение оптимальных условий взаимодействия городской застройки с природной средой, охрана и рациональное использование геологической среды застраиваемой территории микрорайона. Часть мероприятий данного плана, стоимостью более 20 млн. руб, были выполнены департаментом ДСБиТ в 2004-2005 гг. Капитальный ремонт насосной станции, сбросного сооружения, ливневой канализации по улице Героев Чубаровцев, расчистка озера Керепеть и открытых дренажных систем. Что дало положительный эффект по снижению затопления микрорайона Черемошники.

ЛИТЕРАТУРА

1. Серяков, С.В. Природно-техногенные условия экологизации урбанизированных территорий на примере города Томска: Автореф. ... канд. геол.-мин. наук: 25.00.36: - Томск, 2007. - 21с.
2. Ажирей, Г.Д. Структурная геология. / Г.Д. Ажирей. – М.: МГУ, 1956. – 492с.
3. Дегтярев, Б.М. Дренаж в промышленном и гражданском строительстве / Б.М. Дегтярев. - М.: Стройиздат, 1990. - 238с.
4. Инженерно-геологические изыскания для разработки комплексного проекта застройки территории микрорайона «Каштак в границах ул. Мира и Дальне-Ключевской»: отчет НПО «Стройизыскания», Томск ТИСИЗ – Томск., 1993. – С. 25-30. Инв. № 6141.
5. Косова, Л.С. Ландшафтно-экологическая характеристика города Томска: Дис. канд. геогр. наук. - Томск, 1993. - 212с.
6. Крепша, Н.В. Типизация инженерно-геологических условий территории г. Томска как основа прогноза их изменения при освоении: Дис. канд. геол.-мин. наук: 25.00.36: - Томск, 1990. - 253с.

КАДАСТРОВое И ЗЕМЛЕУСТРОИТЕЛЬНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ РАЗМЕЩЕНИЯ ОБЪЕКТА СТРОИТЕЛЬСТВА И ОБУСТРОЙСТВА СКВАЖИН НЕФТЯНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ НА ЗЕМЛЯХ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО НАЗНАЧЕНИЯ**М. А. Харлов**

Научный руководитель профессор А.Л. Желясков

*Пермская государственная сельскохозяйственная академия им. академика Д.Н.**Прянишникова, г. Пермь, Россия*

Для размещения объектов строительства и обустройства скважин нефтяного месторождения на землях сельскохозяйственного назначения необходимо провести комплекс кадастровых и землеустроительных работ. К таким работам относятся: выбор земельного участка, с последующим составлением акта выбора, межевой план, проект планировки территории, проект рекультивации.

Земли сельскохозяйственного назначения – особая категория, требующая особого подхода при изъятии земель во временное пользование. Основным условием при аренде земель является недопущение снижения плодородия, потеря качественных характеристик земельного участка.

Поэтому только после проведения всех, указанных выше, мероприятий возможно получение разрешения на строительство и обустройство скважин нефтяного месторождения на землях сельскохозяйственного назначения.

Исходя из этого, необходимо остановиться на каждом из вида работ подробнее.

Если планируется строительство зданий, строений, сооружений, каких-либо линейных объектов, то в этих случаях необходимо подготовить акт выбора земельного участка. Как правило, непосредственно сам акт выбора земельных участков состоит из двух главных частей: письменной и графической составляющей. В данном акте подробно описывается местоположение земельного участка, на котором будут производиться строительные и иные работы, а также в этом акте должно быть указано последующее кадастровое назначение данного земельного участка. Помимо этого в акте выбора земельного участка должны быть указаны координаты границ земельного участка и его размеры на кадастровом плане, в соответствии с масштабами от 1:500 до 1:10000. В соответствии с Земельным Кодексом Российской Федерации при оформлении земельных участков необходимо учитывать все требования, касающиеся градостроительства, экологии и другие требования, соответствующие виду использования земельного участка. Для учета всех этих требований проводится оформление и согласование Акта выбора земельного участка под строительство со всеми контролирующими инстанциями.

Инстанции, в которых согласовывается акт выбора земельного участка:

органы местного самоуправления;

Министерство чрезвычайных ситуаций;

Управление автодорог;

Министерство экологии;

Министерство культуры;

Государственный архитектурно-строительный надзор;

лесхоз;

и т.д. – в зависимости от особенностей конкретного земельного участка.

Орган местного самоуправления согласует место строительства и издает постановление о месте проведения строительства или реконструкции или о выкупе и выделении участка под эти цели. После проведения геодезических работ, которые включают в себя вынос точек в натуру, укрепление границ участка на местности и получение чертежа с планом земельного участка, можно приступать к его освоению, а затем после регистрации объекта и получения всех разрешений в инспекциях государственного архитектурно-строительного надзора можно начинать выполнение строительных работ.

Что касается межевых планов, то в соответствии с п. 1 ст. 38 ФЗ «О государственном кадастре недвижимости», межевой план представляет собой документ, который составлен на основе кадастрового плана соответствующей территории или кадастровой выписки о соответствующем земельном участке и в котором воспроизведены определенные внесенные в государственный кадастр недвижимости сведения и указаны сведения об образуемых земельных участках, либо о части или частях земельного участка, либо новые необходимые для внесения в государственный кадастр недвижимости сведения о земельном участке или земельных участках. Выполнить Межевой план может только организация, которая имеет функции кадастрового инженера.

Межевой план необходим при представлении в орган кадастрового учета следующих заявлений:

- о постановке на учет земельного участка или земельных участков;

- об учете изменений земельного участка;

- об учете части земельного участка.

Согласно гл. 4 Закона «О государственном кадастре недвижимости» подготовка межевого плана осуществляется в результате выполнения кадастровых работ. Указанные работы выполняются кадастровым инженером на основании заключаемого в соответствии с законодательством договора подряда на выполнение кадастровых работ.

Межевой план земельного участка в обязательном порядке заверяется печатью и личной подписью кадастрового инженера, который произвел все работы по подготовке этого плана. Состоит данный документ из

нескольких частей, оформленных в различных форматах - текстовом и графическом. Графическая часть межевого плана является отображением сведений, находящихся в кадастровом паспорте определенной территории (выписке из кадастра о соответствующем участке земли). В этой же части указывается местоположение границ образованного участка (образованных участков), либо имеющихся границ данной части/частей земельного участка или же уточняемых границ данных участков земли. Графическая часть также должна отображать доступы к образуемым земельным участкам (проезд/подъездные пути или проход от участков земель общего пользования), в том числе и в тех случаях, когда доступы устанавливаются путем сервитута.

Текстовая часть межевого плана земельного участка содержит сведения, которые необходимы для внесения в государственный кадастр недвижимости об участке/участках земли. Объем этих сведений установлен органом нормативно-правового регулирования, относящегося к сфере кадастровых отношений. В случаях, предусмотренных законодательством, межевой план должен содержать акт согласования местоположения границ земельного участка. В межевом плане помимо прочего должна содержаться информация о проведении согласования местоположения границ земельных участков в случаях, когда такое согласование является обязательным.

Разработка проектов рекультивации осуществляется на основе действующих экологических, санитарно-гигиенических, строительных, водохозяйственных, лесохозяйственных и других нормативов и стандартов с учетом региональных природно-климатических условий и месторасположения нарушенного участка. Разработке проекта предшествует получение от землевладельцев технических условий на приведение нарушенных земель в состояние, пригодное для последующего использования.

Проект рекультивации включает в себя, текстовую и графическую часть. Текстовая часть включает в себя сведения о характеристике района строительства, комплекс проектных решений, таких как, целевое назначение работ и затрат на рекультивацию, потребность в земельных площадях, прогнозируемые нарушения почвенного и растительного покрова при строительстве, мероприятия по охране окружающей среды в процессе строительства и т. д. Так же одной из составляющих текстовой части проекта рекультивации является глава о расчете стоимости затрат, в которой содержатся сведения о стоимости восстановления нарушенных земель, расчет убытков, включая упущенную выгоду, причиненную правообладателем земельных участков. Графическая часть включает в себя схему расположения земельных участков, и план земельного участка с поворотными точками.

Подготовка проекта планировки территории осуществляется для выделения элементов планировочной структуры, установления параметров планируемого развития элементов планировочной структуры, зон планируемого размещения объектов федерального значения, объектов регионального значения, объектов местного значения. Проект планировки территории состоит из основной части, которая подлежит утверждению, и материалов по ее обоснованию.

Основная часть проекта планировки территории включает в себя чертеж или чертежи планировки территории, а так же положения о размещении объектов капитального строительства федерального, регионального или местного значения, а также о характеристиках планируемого развития территории, в том числе плотности и параметрах застройки территории и характеристиках необходимых для развития территории. Материалы по обоснованию проекта планировки территории включают в себя материалы в графической форме и пояснительную записку. Материалы по обоснованию проекта планировки территории в графической форме содержат различные территориальные схемы, такие как схема расположения элемента планировочной структуры, схема границ территорий объектов культурного наследия, схема вертикальной планировки и инженерной подготовки территории и т. д. Пояснительная записка, содержит описание и обоснование положений, касающихся развития систем социального, транспортного обслуживания и инженерно-технического обеспечения, определение параметров планируемого строительства систем социального, транспортного обслуживания и инженерно-технического обеспечения, необходимых для развития территории и защиты территории от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера, проведения мероприятий по гражданской обороне и обеспечению пожарной безопасности. Состав и содержание проектов планировки территорий, подготовка которых осуществляется на основании документов территориального планирования Российской Федерации, устанавливаются Градостроительным Кодексом и принимаемыми в соответствии с ним нормативными правовыми актами Российской Федерации. Состав и содержание проектов планировки территории, подготовка которых осуществляется на основании документов территориального планирования субъекта Российской Федерации, и документов территориального планирования муниципального образования, устанавливаются настоящим Кодексом, законами и иными нормативными правовыми актами субъекта Российской Федерации.

**ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО УЩЕРБА, ПРИЧИНЕННОГО ЗЕМЛЯМ И ПОЧВАМ
В. В. ХОЛОД**

Научный руководитель, доцент С.В. Серяков

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Почва, обладающая свойствами и режимами, как другие биологические объекты, нуждается в охране от негативного воздействия на неё антропогенного фактора и сохранения в естественном виде [2]. Хозяйственная деятельность человека прямо и косвенно оказывается первопричиной в ухудшении свойств и режимов почв. Деградация почв сельскохозяйственных угодий в настоящее время является важнейшей социально-экологической проблемой.

Оценка и возмещение ущерба, причиненного землям и почвам, является важным экономическим инструментом и побудительным стимулом к сохранению качества почв и земель у природопользователей. Однако использование данного инструмента в стране затруднено и малоэффективно. Причинами такого положения является несовершенство разделения полномочий двух ведомств в отношении охраны почв и земель. Например, Министерство природных ресурсов РФ не относит к своей компетенции оценку вреда окружающей среде, связанной с утратой плодородия и ухудшением качества сельскохозяйственных угодий. Министерство сельского хозяйства РФ также не планирует рассматривать данные вопросы. В этой связи остается открытым, и ещё долго будет оставаться таким, – вопрос охраны, создание методического обеспечения оценки ущерба, причиняемого почвенному плодородию истощительными методами ведения сельского хозяйства. Это является серьезным и, пожалуй, самым главным пробелом в сфере методического обеспечения оценки ущерба. Отсутствие единых методических стандартов в данной сфере приводит к тому, что вновь созданные документы и документы, разработанные в более раннее время, содержат несовместимые методические подходы. Следствием этого является получение необъективных стоимостных показателей, никак не отражающих величину причиненного ущерба. Все это приводит к тому, что расчет вреда по утвержденным методикам и иным нормативным документам не позволяет получить объективные стоимостные параметры. В одних случаях размеры вреда бывают сильно занижены, а в других случаях сильно завышены. В результате такой действенный экономический инструмент охраны окружающей среды, как обязательное возмещение вреда, оказывается малоэффективным. Соответственно вред окружающей среде не компенсируется, а природопользователи не стимулируются к снижению негативного воздействия при осуществлении своей хозяйственной деятельности [3].

Для сохранения и восстановления плодородия почв 20 февраля 2006 г. принято Постановление Правительства Российской Федерации. № 99 «О федеральной целевой программе «Сохранение и восстановление плодородия почв земель сельскохозяйственного назначения и агроландшафтов как национального достояния России на 2006-2010 годы и на период до 2013 года».

На примере г. Томска в нашем докладе рассмотрена проблема, сохранения плодородных почв на территории пос. Степановка. Постоянное уменьшение площади многолетних трав (потери органического вещества почвы и снижению её плодородия), систематическое сведение земель с/х назначения для целей индивидуального жилого строительства приводит к значительной деградации почвенного покрова. Данные обстоятельства влияют на подземный и поверхностный сток.

Освоение территории пос. Степановка в перспективе планируется использовать исключительно для многоэтажного строительства. Это повлечет за собой полную утрату не только плодородных почв, а так же способность выполнять экологические функции в результате их загрязнения, захламления, вызванных хозяйственной освоением территории пос. Степановка.

Возникает серьезная опасность потери ценных экологических территорий. Органами, отвечающими за проведение земельной реформы, выдвигается концепция, согласно которой земля может рассматриваться исключительно как земельный участок или объект недвижимости, без учета связанного с этим участком экологического потенциала, а основным критерием эффективности использования земли признается только увеличение доходов.

В докладе рассмотрена проблема утраты плодородных почв при отчуждении земель для нужд несельскохозяйственного пользования, а также то, что очень часто возникает при строительстве – захламления отходами, строительных материалов, а в последующем бытовыми.

Главная задача землеустройства в данном случае – учёт разнообразия природных экономических факторов землеустраиваемой территории и учет агроэкологического потенциала земель и интенсивности производства для эффективности функционирования и организации территории, а также создание устойчивого функционирования урбанизированных территорий, по средствам рационального учета и использования принципов озеленения.

Мероприятия по сохранению экологического потенциала почв долговременны, крайне важны, поэтому важно следить за состоянием почвенного покрова, не допуская сильного истощения или загрязнения. Также необходимо проводить подробную оценку деградации земель с целью усиления общественной осведомленности о стоимости и выгодах индивидуальных и коллективных решений, влияющих на землю и земельные экосистемы, и перевести экономические, социальные и локальные знания в инструменты, поддерживающие формирование управления земельными ресурсами на разных уровнях [4].

Для снятия противоречий между сиюминутными экономическими выгодами и долгосрочными задачами экономического роста и устойчивого развития требуется разработка и внедрение особых экономических и правовых механизмов, стимулирующих щадящее и не истощительное землепользование или устойчивое землепользование. В настоящее время в стране действует около 25 документов, содержащих методические

основы оценки экологического ущерба, имеющих федеральный статус, и неопределенное количество документов, принятых субъектами Российской Федерации. Однако, несмотря на значительное количество документов, содержащих в том или ином виде правила расчета экологического ущерба, единые методические принципы его оценки, признанные государством, отсутствуют. Это является серьезным и, пожалуй, самым главным пробелом в сфере методического обеспечения оценки ущерба. Отсутствие единых методических стандартов в данной сфере приводит к тому, что вновь созданные документы и документы, разработанные в более раннее время, содержат несовместимые методические подходы. Следствием этого является получение необъективных стоимостных показателей, никак не отражающих величину причиненного ущерба [3].

Особую значимость в последнее время приобретают вопросы сохранения экологического потенциала территории экономическими методами. Переход на современные методы управления землепользованием позволит реализовывать принципы устойчивого развития и сохранять окружающую среду при одновременном повышении эффективности использования инвестиционно - привлекательных земель.

Для устранения пробела в методическом обеспечении расчета величины ущерба, причиненного почвам и землям, представляется целесообразным использовать [3]:

а) положения экономической теории, касающиеся стоимостной оценки вреда окружающей среде и ее компонентам;

б) нормы, заложенные в гражданском и природоохранном законодательстве;

в) наилучшие международные апробированные практики;

г) отечественные разработки в данной сфере.

Учитывая отечественное законодательство, а также существующую международную практику, размер вреда целесообразно определять суммой следующих составляющих [3]:

а) затраты на оценку размера вреда – проведение исследований, геодезическая съемка территории, отбор проб, проведение анализов, сбор экономических данных и выполнение расчетов;

б) затраты на ликвидацию негативных последствий – рекультивацию и реабилитацию территории, устранение загрязнения почвы;

в) стоимость утраченных или поврежденных природных объектов – почвы, обитающих в почве почвенных беспозвоночных животных;

г) стоимость потери экосистемных услуг (природоохранных и средообразующих функций), выполняемых почвенными экосистемами.

Проекты землеустройства по своему характеру должны стать комплексными, так как в них рассматриваются вопросы рационального использования земель, планирования, размещения и организации объектов жилого и производственного назначения.

Литература

1. Пистунова Л.Е., Хорошилова Л.С. Геологическая среда и её экологические функции // Вестник Томского государственного университета. – Томск: Изд-во ТГУ, 2006. – №291 – С. 344-355
2. Тараканова А.В., Хорошилова Л.С. Состояние земельных ресурсов и почв Кемеровской области // Вестник Томского государственного университета – Томск: Изд-во ТГУ, 2006. – №291 – С. 368-373.
3. Медведева О.Е. Проблемы устойчивого землепользования в России. – М: ООО «Типография ЛЕВКО», Институт устойчивого развития / Центр экологической политики России, 2009. – 104с.
4. Интернет-ресурсы: - <http://www.unccd.int/knowledge/docs/Rio%206%20pages%20single%20RUS.pdf>

ЗЕМЛЕУСТРОЙСТВО ЗАГРЯЗНЕННЫХ ЗЕМЕЛЬ НА ПРИМЕРЕ ПОЛИГОНА ТВЕРДЫХ БЫТОВЫХ ОТХОДОВ В С. НОВОМИХАЙЛОВКА

В.П. Шереметьева, Т.В. Летягина

Научный руководитель профессор О.А. Пасько

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Землеустройство загрязненных территорий – одна из важнейших проблем современности. Это связано с выводом гигантских территорий из оборота [1], обострением экологической обстановки, большими экономическими расходами. В мировой практике для захоронения твердых бытовых отходов (ТБО) используют полигоны. Полигон – это комплекс природоохранительных сооружений, где происходит складирование, изоляция и обезвреживание ТБО. Он препятствует распространению грызунов, насекомых, болезнетворных микроорганизмов и обеспечивает защиту от загрязнения атмосферы, почвы, поверхностных и грунтовых вод [3]. Разработаны базовые положения и инструкции по проектированию, эксплуатации и рекультивации полигонов. В Российской Федерации ведется по единой системе Государственный кадастр отходов. Он включает в себя федеральный классификационный каталог отходов, государственный реестр объектов размещения отходов, а также банк данных об отходах и о технологиях использования и обезвреживания отходов различных видов [5]. К сожалению, многие полигоны не отвечают данным требованиям экологической безопасности. Часть из них имеет длительный срок эксплуатации, не соответствующий проектным данным. У некоторых нет проектов на строительство.

Целью данного исследования является изучение состояния ПТБО г. Томска и возможных перспектив его развития с точки зрения землеустройства.

Полигон был открыт в 1964 году в двух км к западу от села Новомихайловка. В 1998 году истек срок его эксплуатации, а в 2010 ПТБО был официально закрыт. В настоящее время складирование, изоляцию и обезвреживание ТБО производят на полигоне ТБО неподалеку от с. Сурово – Сухоречье. Все эти годы работы производило и производит УМП «Спецавтохозяйство г. Томска».



Рисунок 1. Космический снимок территории ПТБО

Географическое положение. Новомихайловский ПБО расположен к северу от Томска и представляет собой огражденную территорию, занимающую 54 гектара и разделенную на отдельные участки (под открытый мусор, закрытые карты, рекультивированные территории и т.д.).

Геологическое описание. В 1974 г. были проведены геологические изыскания для водоснабжения ПБО в районе п. Ново-Михайловка. Был произведен геологический разрез, глубиной 169м. Установлено, что на глубине 0 – 3 м встречается суглинок серовато-грязно-бурый; 3 – 6,2 м песок буровато-серый разнозернистый глинистый; 6,2 – 20,8 м глина буровато-серая очень плотная, 20,8 – 26,8 м песок серый разнозернистый, прослоями ожелезненный; 26,8 – 36,8 м глина зеленовато-серая; 36,8 – 39,2 м песок серый мелкозернистый кварцевый; 39,2 – 47,2 м глина серая с обломками древесины; 47,2 – 50 м песок серый разнозернистый кварцевый; 50 – 63 м глинистый элювий (глина темно-серая жирная); 63 – 84 м песчаник светло-серый мелкозернистый кварцевый осветленный; 84 – 122,4 м сланец углисто-глинистый; 122,4 – 129 м песчаник зеленовато-темно-серый мелкозернистый кварцевый на хлорид-кремнистом цементе; 129 – 161,6 м сланец углисто-глинистый от темно-серого до серного; 161,6 – 169 м песчаник серый тонкозернистый кварцевый на хлорид-кремнистом цементе.

Почвы. Почвы классифицируются как пылевидно - тяжелый суглинок и пылевидно - средний суглинок. Основными компонентами являются фракции пыли и физической. Почвы полигона хорошо удерживают влагу: показатель полной влагоемкости - 49-95%, наименьшей влагоемкости – 29-56%. В связи с высоким содержанием глины и пыли в них мало воздуха, что замедляет разложение органических веществ. Кислотность почвы, определяющая подвижность большинства ионов в почвенном растворе и особенности минерального питания растений, варьирует от 4,5 до 6,3. Содержание гумуса изменяется от очень высокого значения (17,56 %) до очень низкого (1,26 %).

Растительность. Геоботанические исследования растительности проведены маршрутным методом. Выявлено, что растительность агрофитоценозов отличается большим видовым разнообразием. С северной стороны примыкает осиново-берёзовый лес. Кустарниковый ярус образован черёмухой, бузиной, калиной, ивой, травяной покров - сорными растениями: крапивой двудомной, чертополохом, ромашкой, подорожником, одуванчиком; на глинистой насыпи растут полынь обыкновенная, мать-и-мачеха, горошек призаборный. Встречаются подросты осины, берёзы, клёна. Всё это свидетельствует о высокой скорости зарастания нарушенных земель. Обилие сорных растений-нитрофилов и их крупные размеры указывают на высокое содержание питательных элементов, особенно азота.

Экологическая ситуация. На конец 2008 года на ПТБО было накоплено более 63 млн. м³ ТБО на общей площади 54,3 га. Согласно классификации полигон можно отнести к высоко нагружаемому (23.3 т/м²). Даже после закрытия ПТБО проблемы, связанные с ним не потеряли своей остроты. Во-первых, отсутствие системы отвода фильтрата, объем которого давно превысил объем котлована, привело к его вытеканию на поверхность земли и к ее загрязнению. Ядовитая жидкость проходит через массив отходов, растворяя остатки органики, железо, ртуть, свинец, цинк, другие тяжелые металлы и химикаты. Токсичный раствор поступает в подземные водоносные горизонты и стекает в реку Киргизку или ее притоки. Второй серьезной проблемой является образование метана. Разложение органики идет преимущественно анаэробно, поэтому образуется легко воспламеняющийся газ. В ряде городов на месте свалок устраивают «газовые скважины». Они перехватывают образующийся метан и позволяют использовать его как топливо. На ПТБО г. Томска в Новомихайловке система отвода биогаза отсутствует, и это приводит к сильным незатухающим пожарам. Смог переносится с воздушными массами на большие расстояния, вызывая их аэрозольное загрязнение, а при выпадении - загрязнение почв. Следующей проблемой полигона стала усадка массива отходов. В образующиеся впадины

стекает вода. Участок постепенно превращается в болото с ядовитой жидкостью. Естественно, что почвы полигона и санитарной зоны загрязнены тяжелыми металлами, в том числе первого и второго класса опасности (табл.). Высокий уровень химического загрязнения почвенного покрова, превышающий предельно допустимые концентрации, вызывает необходимость проведения мероприятий по его восстановлению до состояния, пригодного для использования.

Таблица

Содержание тяжелых металлов в почвах ПТБО

Место взятия проб	Химические элементы (мг/кг)						
	1 класс опасности			2 класс опасности		3 класс опасности	
	As	Zn	Hg	Cr	Co	Ba	Sr
ПТБО*	1,93 ± 0,2	60,33 ± 13,05	0,71 ± 0,46	127,07 ± 32,31	12,34 ± 3,67	333 ± 35,36	72,5 ± 16,26
Фон 1**	3	105,8	0,026	41,1	6,4	280	74
Фон 2*** [6]	4 ± 0,001	н.д.	н.д.	43,2 ± 8,1	6,5 ± 1,8	124 ± 24	164 ± 64
Сан. зона [4]	0,92 ± 0,28	15,4 ± 4,6	<0,005	1,83 ± 0,55	н.д.	н.д.	н.д.
ПДК/ОДК [2]	5	110	2,1	0,05	5	н.д.	н.д.

Примечание. *По данным инструментального нейтронно-активационного анализа почвенных проб, выполненного в 2011 г. на исследовательском реакторе ИРТ-Г НИИ ЯФ при ТПУ. ** Фон 1 - санитарная зона 2 км от ПТБО. *** Фон 2 - заказник "Томский", ПДК/ОДК содержание химических веществ в почве (суглинок)

Опыт показывает, что выбор направлений биологической рекультивации земель Западной Сибири, нарушенных в результате антропогенной деятельности, должен базироваться на совокупном учете и оценке физико-географических и социально-экономических условий. Этими же критериями определяются выбор сочетаний видов биологической рекультивации, очередность их осуществления и социально-экономическая рентабельность.

Нами предлагается использование земель ПБО для создания лесопитомника и питомника декоративных растений. Для улучшения механических свойств почв и их осушения следует вырыть водосбросные каналы по периметру участка и использовать различные виды дренажа: песок, хворост, дренажные трубы, уложенные в почву на глубине 25-30 см или глубже. Для улучшения условий аэрации и водного обмена в почве следует внести дренаж: песок, измельченный шлак или древесную золу. В связи с загрязнением почвы тяжелыми металлами допустимо выращивание только технических культур, поэтому необходимо проведение лесной рекультивации. Она предназначена также для создания на восстанавливаемых землях древесно-кустарниковых насаждений противозерозионного, водоохранного и ветроломного назначения.

Наиболее благоприятными для посадки лесных культур являются суглинистые почвы. Они характеризуются высокой водопроницаемостью, хорошей влагоемкостью, наличием необходимых питательных веществ. Лучшие показатели приживаемости и роста на рекультивируемых отвалах отмечены у малотребовательных видов - сосны обыкновенной и лиственницы сибирской. Ограниченно пригодными следует признать виды, требующие повышенной влажности и плодородия почв: тополь сибирский, рябина сибирская и др. В переувлажненных участках можно проводить посадки саженцев кедра сибирского, ели сибирской и пихты сибирской. Для закрепления эрозийно-опасных участков на откосах наиболее целесообразно использовать облещиху, рябинник, шиповник и различные виды ив.

Литература

1. Вершинин В.В. Землеустроительные работы на загрязненных территориях. / В.В. Вершинин. - Волгоград: Издательство Станица-2, 2004. - 204 с.
2. ГН 2.1.7.2042.06 от 23.01.06 г.
3. Инструкция по проектированию, эксплуатации и рекультивации полигонов для твердых бытовых отходов./ Министерство строительства РФ. - М., 1996. - 39 с.
4. Протокол анализа почвы № 1768. ОГУ «Облкомприрода» от 13.10.2011 - Томск, 2011.
5. Федеральный закон от 24.06.98 N 89-ФЗ (ред. от 21.11.2011) «Об отходах производства и потребления» [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.referent.ru/1/83793> - М., 2011.
6. Язиков Е.Г. Оценка эколого-геохимического состояния территории г. Томска по данным изучения пылеаэрозолей и почв: монография/ Е.Г. Язиков, А.В. Таловская, Л.В. Жорняк; Томский политехнический университет.- Томск: Изд-во ТПУ, 2010 - 264 с.

СОДЕРЖАНИЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ	5
ПЛЕНАРНЫЕ ДОКЛАДЫ	
В.А. Власов Научная и инновационная деятельность Томского политехнического университета сегодня	23
Дмитриев А.Ю. Институт природных ресурсов – передовой научно-образовательный Центр	28
Рябчикова Э.Д., Рычкова И.В. Халфин Леонтий Леонтьевич – ученый и педагог, Заслуженный деятель науки и техники РФ (к 110-летию со дня рождения профессора Л.Л. Халфина).....	32
Иванова Г.М. Научным молодежным конференциям и симпозиумам им. академика М.А. Усова «Проблемы геологии и освоения недр» - 40 лет	35
Секция 1. ПАЛЕОНТОЛОГИЯ, СТРАТИГРАФИЯ И РЕГИОНАЛЬНАЯ ГЕОЛОГИЯ	
Азаренко О.И. Дорога к Усинскому месторождению марганца	48
Арлюкова К.Р., Журавлева А.А. О причинах зонального распределения оруденения гранитоидных массивов (на примере Енисейского кряжа)	50
Асканакова О.Ю. Трилобиты кембрия кошкулакского разреза (Республика Хакасия).....	52
Бондарь О.В., Ярошук М.Л. Остракоды среднеэоценовых отложений южного склона Украинского щита	54
Гольцова Ю.В. Растительные остатки из верхнепалеозойских отложений	56
Джабиев О.А., Морозов Д.И. Особенности локализации твердых битумов в долеритах «Красной горки» (Республика Хакасия).....	57
Дорофеева И.А. Фаунистическое обоснование возраста быскарской серии окрестностей поселка Шири	60
Зубрилина А.И. Морфология золотин из Тугояковского рудопроявления (Томская область)	62
Ищенко В.Н., Семенов Д.В., Щанов А.Ю. Тектоно-фациальные особенности строения Нора-Нимканского рудоперспективного района (Приамурье).....	64
Карнаухова О.М. Древние вулканы в окрестностях города Красноярск	66
Кириллова М.М. Фациальные особенности и секвенс-стратиграфическое расчленение среднеюрских отложений Тымского структурно-фациального района Западной Сибири	68
Ли Н.С. Разломная тектоника и сейсмоактивные зоны Япономорского звена Западно-Тихоокеанской зоны перехода континент – океан	69
Маликов Д.Г. Крупные млекопитающие позднего неоплейстоцена из местонахождения у с. Новосёлово (р. Енисей, Красноярский край).....	71
Мифтахутдинова Д.Н. Комплексное изучение брахиопод Приказанского района	73
Полумогина Ю.А., Цаер М.А. Структура разреза второй надпойменной террасы р. Чулым в районе местонахождения мамонтовой фауны (Красноярская курья).....	75
Пыхова Е.Г. Копковский разрыв со смещением	77
Старин Д.А. Мактровые палеоценозы Борисфенского залива в позднем сармате	78
Трапезников Д.Е. Конвективно-контракционная модель образования столбчатой отдельности	80
Филимонов А.Н. Protobarinophyton из нижнедевонских отложений в окрестностях города Красноярск	82
Фрешер С. В. Конодонты на рубеже московского и касимовского веков Южного Урала	84
Секция 2. МИНЕРАЛОГИЯ, ГЕОХИМИЯ И ПЕТРОГРАФИЯ	
Кучеренко И.В. Минеральная зональность околорудных метасоматических ореолов в метаморфических комплексах как альтернатива минеральным субфациям регионального регрессивного метаморфизма (гидратации).....	87
Асканакова О.Ю. Петрографические особенности метасоматитов золотоносного участка «Викторьевский» (Горная Шория).....	90
Векленко В.А. Зональность флюоритовых метасоматитов месторождения «Подгольечное» (Центральный Алдан).....	92
Гафнер В.В. Минеральный состав руд и генезис Верхне-Омолонского железорудного месторождения (Магаданская область).....	93
Горлачева Н.В. Сравнительная геохимия раннепалеозойских гранитоидов Прибайкалья (хребет Хамар-	96

Дабан, о. Ольхон).....	
Горчаков О.А., Прокопьева С.В. Текстуры и структуры руд силинского оловорудного месторождения.....	98
Гуммер К.И. Структурная эволюция ультрамафитов Агардагского массива (Южная Тува).....	100
Даниленко В.В. Шлиховой анализ аллювиального комплекса реки Неман (Республика Беларусь).....	101
Зенина К.С. рентгенолюминесцентные особенности полевых шпатов редкометалльной пегматитовой жилы (Монгольский Алтай).....	103
Зенкова С.О., Каримова Ф.Б. Петрогенезис и рудоносность габброидных интрузивов юго-западных отрогов Чаткальского хребта (Срединный Тянь-Шань).....	105
Камалеева А.И. Геохимическое исследование органического вещества карбонатно-глинистых пород девона республики Татарстан в связи с проблемой их нефтеносности.....	107
Камкичева О.Н. Особенности химического состава породообразующих и второстепенных минералов корундосодержащих кальцифиров на примере месторождения «Ормизан» (Киргизия).....	109
Карих А.А. Типоморфные особенности акцессорного циркона гранитоидов полифазного Новониколаевского массива (Змеиногорский комплекс).....	111
Кемкин И.И., Горчаков О.А. Минеральный состав, Текстурно-структурные особенности и стадийность минералообразования руд месторождения «Купол».....	115
Кичеева А.В. Петроструктурные особенности дунитов Калнинского массива (Западный Саян).....	117
Клеванцева Е.В. Исследование донных отложений оз. Кок-Холь (Тыва).....	118
Кондратенко А.В. Распределение хлоридов, сульфатов, карбонатов и алюмосиликатов в галопелитах Старобинского месторождения.....	121
Кондратенко А.В., Мележ Т.А., Рудько В.С. Особенности формирования пойменного аллювия рек Беларуси (на примере реки Сож).....	123
Коновальчик Е.А. Полевые шпаты в гранитных пегматитах Среднего и Южного Урала.....	125
Кузнецов Г.В. Состав газовой фазы минералов перидотитовых ксенолитов Авачинского вулкана как показатель флюидного режима шпинелевой фации Надсубдукционного мантийного клина.....	127
Кульков А.С. Петроструктурные типы пластически деформированных дунитов Тарлашкинского массива и их связь с механическими свойствами.....	129
Лебедева Е.Д. Минералогия золотоносных метасоматитов месторождения «Раздольного» (Восточный Саян).....	130
Лебедева Е.Д., Силкин В.А. Микроминералогия уранового рудопроявления «Майское» (Хакасия).....	132
Мачевариани М.М., Алексеев В.И. Титан-цирконовая термометрия на примере редкометалльных гранитоидов Дальнего Востока.....	134
Наидко В.И. Минералогия и зональность Герфедского золоторудного поля (Енисейский кряж).....	137
Налобина С.С. Кристаллизация в капле.....	139
Нефедов Ю.В. Исследование бразильских алмазов методом ИК-спектроскопии.....	140
Николаев А.Г., Гараев Д.Г. Имплантация ионов гелия в кристаллическую структуру природного алмаза.....	141
Никольников Д.В. Термолюминесцентное исследование при поисках гидрогенноуранового оруденения в Баргузинской впадине.....	143
Прокопьева С.В., Кемкин И.И. Текстурно-структурные особенности руд Прасоловского золотосеребряного месторождения.....	145
Рыбалко В.И. Влияние контактового преобразования угля под воздействием дайки андезибазальтового состава на распределение элементов-примесей в месторождении Сангеруд (Иран).....	147
Семенова Ю.В., Сасим С.А. Применение кластерного анализа при статистической обработке геохимических данных на примере метаосадочных пород аккреционного комплекса Восточного Забайкалья.....	149
Силкин В.А. Минералогия золота, серебра и элементов платиновой группы в шлаках аффинажного производства.....	151
Сыздыкова Ж.М., Кириллова М.М. Петрографическая характеристика пород в районе рудника «Веселый» (Республика Алтай).....	153
Харченко С.Ю. Микроструктуры кремнистых пород киевского яруса эоцена Восточного Донбасса и южного крыла Воронежской антеклизы.....	155
Чабан В.В., Тимошина О.В. Полиминеральные секретиции в породах ветласянской свиты гора «Земляничная».....	158
Черданцева Д.А. Литологические особенности осадочных пород Казанского месторождения (Томская	160

область).....	
Чуйкина Д.И. Геохимические особенности состава рассеянного органического вещества пород востока Томской области.....	161
Шмидке Е.Ю. Оценка золотоносности Анненской площади по материалам глубинной геохимической съемки.....	163
Юричев А.Н. Мафит-ультрамафитовый магматизм Канской глыбы Восточного Саяна и связанная с ним рудоносность.....	165
Юричев А.Н. Эволюция вещественного состава шпинелидов в породах Талажинского мафит-ультрамафитового расслоенного массива (СЗ Восточного Саяна).....	167

Секция 3. МЕСТОРОЖДЕНИЯ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ. МЕТОДИКА ПОИСКОВ И РАЗВЕДКИ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ

Мазуров А.К. Перспективы использования металлогенических комплексов при прогнозной оценке территории.....	170
Баталова А.П. Вещественный состав вмещающих пород и зональность метасоматитов золоторудного месторождения «Кекура» (Чукотка).....	173
Белозерова А.А., Белоконов Г.В. Отражение природных и техногенных золоторудных объектов в литогеохимических и биогеохимических полях (на примере дюбкошской золотоносной площади Енисейского кряжа).....	175
Вахрушева А.П. Внутрирудный метаморфизм и природные типы золотосодержащих руд.....	177
Галнэмэх О. Урановые месторождения Монголии.....	179
Гарибмахмадова С.Н. Околожилльные метасоматические изменения вмещающих пород на месторождении аметиста «Сельбур» (Южный Тянь-Шань).....	181
Дамбаев Ю.А. Геохимическая зональность южной части Курьинского золоторудного поля (Алтайский край).....	183
Данзанов В.Б. Петрографо-геохимические особенности базальтоидов Хиагдинского рудного поля (Витимский урановорудный район, Республика Бурятия).....	185
Дубовченко Л.В. Минералого-технологические особенности и перспективы промышленного использования верхнеюрских сульфатных пород титана Западного Предкавказья.....	187
Зайченко А.П. Петрографо-геохимические особенности и структурные условия локализации комплексного Au-U оруденения месторождения «Северного» (Эльконский урановорудный район, Республика Саха Якутия).....	189
Карепина К.В. Радиогеохимические особенности железосных отложений Западно-Сибирского пояса на примере Бакчарского месторождения (Томская область).....	191
Коровина Е.Л. Особенности вещественного состава гранитоидов фундамента Баргузинской впадины.....	193
Корчагин А.Г., Беляев Е.В. Вещественный состав фосфорно-титано-железных руд Патынского сиенит-габбрового массива (Горная Шория).....	196
Краморенко С.В. Радиологическая характеристика рудоносных отложений Хиагдинского рудного района на примере месторождения «Дыбрын» (Республика Бурятия).....	198
Крестенина В.Н. Закономерности распределения концентраций и массы золота в минерализованных дайках.....	199
Крещик Е.А. Радиоактивные элементы и ртуть в углях Харанорского месторождения.....	201
Кузьмина О.Н., Захарова М.В. Геологические и металлогенические особенности Чарско-Горностаевского пояса ультрабазитов.....	203
Кузьмина О.Н., Ойцева Т.А. Золотоносность геологических структур Семипалатинского Прииртышья.....	204
Логвиненко О.В. Перспективы поисковых работ на золото в пределах Топольнинского рудного поля (Горный Алтай).....	206
Луяк Е.М. Метасоматические формации Сухаринского рудного поля (Горная Шория).....	208
Мазур Р.Ю., Рахмонов Р. Этапы формирования и строение подугольной толщи Ангрэнского каолин-буроугольного месторождения.....	211
Мартыненко И.В. Распределение золота по профилю остаточной коры выветривания Ольховско-Чибижского района (Восточный Саян).....	213
Меркушев В.В. Рудно-метасоматическая зональность золоторудных месторождений Западной	214

Калбы.....	
Попов А.Л. Взаимосвязь вторичных литогеохимических ореолов и структурных элементов месторождения «Золотое» (Енисейский кряж).....	216
Разва О.С. Базальты Республики Алтай: геохимия, петрография и геодинамические обстановки формирования.....	218
Ромашова К.И. Особенности вещественного состава гранитоидов фундамента Витимского рудного района.....	220
Рудмин М.А. Подсчет запасов инфильтрационных месторождений, обрабатываемых методом подземного выщелачивания.....	222
Рябуха М.А. Условия формирования золотоносных и незолотоносных кварцевых жил участка Михайловского (месторождение «Панимба», Енисейский кряж).....	223
Старкова Т.С., Иванов А.С. Особенности составов ферри- и парамагнитных пикроильменитов на примере кимберлитовых тел Якутии.....	225
Уколова Е.В. Методы обработки информации о месторождениях полезных ископаемых и повышение эффективности управленческих процессов.....	227
Чернев Е.М. Благоприятные факторы металлогенности мезо-кайнозойских отложений восточного обрамления Западно-Сибирской плиты (на примере Томской области).....	229
Чернышёв К.Е. Природные типы руд Наталкинского месторождения и их промышленная значимость... ..	231

Секция 4. ГЕОЛОГИЯ НЕФТИ И ГАЗА. СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ПОИСКОВ И РАЗВЕДКИ УГЛЕВОДОРОДНОГО СЫРЬЯ.

Чубик П.С., Ростовцев В.Н. Томские политехники и нефтегазоносный потенциал России.....	233
Запивалов Н.П. Современное недропользование в Западной Сибири: геологические и экологические риски.....	235
Абдимананова А.Б. Прогноз высокочемных зон коллекторов в продуктивных отложениях Ярегского нефтяного месторождения Тимано-Печорской провинции.....	238
Андрянова М.А. Приоритетные направления геологоразведочных работ на нефть и газ в силурийских отложениях Верхнепечорской впадины.....	240
Ахметшин А.З. Выделение перспективных структур шешминского горизонта с целью воспроизводства сырьевой базы сверхвязкой нефти в Республике Татарстан.....	242
Баркалова А.М., Присяжнюк О.М. Строение и состав продуктивных пластов горизонта Ю ₁ на Болтном нефтяном месторождении (Томская область).....	244
Бешлеев С.Х. Геологическое строение и особенности формирования горизонта Ю ₁ на Западно-Останинском нефтегазоконденсатном месторождении.....	245
Боднарчук В.С. Проблема добычи нефти и газа из битуминозных толщ Украины.....	248
Ву Ван Хай, Ву Тхуй Нган Сравнительная характеристика молекулярного состава нефтей и рассеянного органического вещества пород фундамента месторождения «Белый Тигр».....	250
Горбовская О.А., Демидова Е.А. Геологическое строение Бобровского месторождения и условия залегания нефти в пласте БП (Бобриковский горизонт).....	252
Грибовская О.Н. Особенности геологического строения отложений межсолевого комплекса северной зоны бортовых уступов Припятского прогиба в связи с нефтегазоносностью (на примере Ново-Березинской и Северо-Березинской площадей).....	254
Гумерова А.А., Кушнярева Е.В. К 50-летию открытия первого крупного месторождения нефти в Томской области.....	256
Ефименко Т.В. Перспективы нефтегазоносности палеозоя юга Западной Сибири.....	258
Железнова Я.Е., Каламкаргов С.Л., Книппер А.А. Основные этапы формирования палеобассейнов Восточно-Европейской платформы и их типы.....	261
Залялиева А.Р. Уточнение геологического строения и прогноз развития зон карбонатизации в верхнеюрских отложениях на Таловой площади.....	263
Зелинко К.М. Проблемы освоения континентального шельфа Баренцева моря.....	265
Зобова Е.Ю. Обоснование коэффициента извлечения нефти (КИН) Воронежской залежи Некрасовского месторождения.....	267
Ильин Н.Ю., Вафин Р.Ф., Сурмашев Р.Р. Особенности изменения пластового давления во «врезных	269

зонах» турнейской залежи высоковязкой нефти.....	
Кальний Т.В. Сравнение тектоники и нефтегазоносности Западно-Канадского и Западно-Украинского нефтегазоносных бассейнов.....	271
Кальний Ю.А. Особенности геологического строения Кросненской зоны Карпат в связи с нефтегазоносностью.....	273
Каминский Е.Ю. Роль литолого-фациального и гидрогеохимического критериев при оценке перспектив нефтегазоносности глубоких горизонтов юго-восточной части Западно-Сибирской плиты.....	275
Каюров Н.К. Геологическое строение, палеогеография и перспективы нефтегазоносности нижнеюрских отложений восточной части Хантейской гемиянтеклизы.....	276
Киселёва Ю.А. Генетические типы нефтей Бузулукской впадины и сопредельных территорий.....	278
Ковешников А.Е., Антонов К.С., Дугарова Е.К. Породы-коллекторы гидротермально-метасоматической природы в доюрских карбонатных отложениях юго-восточной части Западно-Сибирской геосинеклизы.....	281
Ковешников А.Е., Дугарова Е.К., Антонов К.П. Формирование пород-коллекторов гидротермально-метасоматического типа в кремнисто-глинистых отложениях юго-восточной части Западно-Сибирской геосинеклизы.....	283
Корсакова М.С. Фундамент Предкавказья – новый нефтегазоносный этаж.....	286
Кудряшова Л.К. Перспективный тип ловушек углеводородов на склонах структур I порядка в зоне контакта пород фундамента и осадочного чехла (Томская область).....	288
Куклина Е.Т., Вафин Р.Ф. Изучение вторичных процессов в карбонатных породах-коллекторах сверхвязких нефтей казанского яруса пермской системы по данным изучения шлифов kernового материала (на примере скважины 7120 Бурейкинской площади).....	289
Куприянова О.С., Галимзянова А.Д. Юрские осадочные циклы юго-востока Западно-Сибирской плиты.....	291
Ларина Е.П. Построение литолого-фациальной модели пласта Ю ₁ ³⁺⁴ месторождения Ч. (Томская область).....	293
Лемешко М.Н. Связь характера нефтенасыщения и коллекторских свойств в отложениях преобразованного горизонта.....	295
Лузина Д.В. Анализ фациального строения турне-фаменских рифогенных построек Соликамской депрессии с целью оптимизации геологоразведочных работ на нефть.....	297
Мазур А.П. Новый перспективный нефтегазоносный объект внешней зоны Предкарпатского прогиба – отложения мела.....	299
Мелкишев О.А. Применение математических методов для стохастической оценки прогнозных ресурсов на поисково-оценочном этапе.....	301
Мищенко М.В. К вопросу о реконструкции палеоландшафтов.....	303
Мурзина Н.С. Сравнительная характеристика состава алевро-песчаных пород месторождений Широкого Приобья.....	305
Незговорова К.Е. Органический мир позднеюрского палеобассейна на площади Калинового газоконденсатного месторождения (Томская область).....	307
Нетак Е.Б. Строение и корреляция отложений пласта АВ ₁₋₂ на территории Широкого Приобья (Западная Сибирь).....	310
Останкова Ю.Г. Оценка влияния векового хода температур земной поверхности на генерацию углеводородов баженовской свитой в юго-западной части Нюрольской мегавпадины.....	313
Парубенко И.В. Геологическое строение и нефтегазоносность Вахского месторождения.....	315
Родченко А.П. Геохимические критерии прогноза нефтегазоносности мезозойских отложений западной части Енисей-Хатангского регионального прогиба.....	317
Сидубаев А.С. Особенности геологического строения Юрубчено-Тохомского месторождения.....	319
Сорокоумова И.Е. Отложения усольской свиты и условия их образования в пределах Непско-Ботубобинской антеклизы.....	321
Татарнинова Е.П. Выявление генезиса осадков по данным гранулометрического анализа пород пласта Ю ₁ ¹ Хвойного нефтяного месторождения (Томская область).....	323
Тельнова А.В. Геологические предпосылки и обоснование поисково-оценочных работ на нефть и газ в доюрских отложениях фундамента на юго-восточном склоне Средневасюганского мегавала.....	325
Хасанова К.А. Построение прогнозной гидродинамической модели пласта АЧ ₅ Ямбургского месторождения (Западная Сибирь).....	327
Храмова Е.В. Новый путь ускоренного воспроизводства запасов нефти и газа.....	328

Храмова Е.В. Влияние минералогического состава глин на нефтеотдачу продуктивных пластов при бурении скважин Сургутского месторождения (Тюменская область).....	330
Чиркова Д.Ю. Использование методов органической геохимии при проведении нефтепоисковых работ на востоке Томской области	331
Шаяхметова Л.Н. Анализ лицензионной базы и перспективы освоения ресурсного потенциала углеводородов южной части Западной Сибири.....	333
Шенин В.А. Прогнозирование объектов поисков углеводородов в палеорифтовых системах Западной Арктики.....	336
Шипицына Н.А. Литолого-фациальные условия образования пласта АВ ₈ Покачевского месторождения	338
Щебельников А.А., Задорожный Д.В., Стариков Н.Н. Геологическая интерпретация геофизических данных при построении модели резервуара среднеюрских отложений на Песцовом месторождении (Большой Уренгой)	340
Юшина А.С., Попова Н.И. Условия формирования и схема геологического строения берриас-нижнеаптских отложений Ямальской нефтегазонасной области Западной Сибири.....	342
Яшин И.А. Литологические особенности отложений туровского горизонта верхнего девона Центрального нефтегазоперспективного района Припятского прогиба (Беларусь)	344

Секция 5. ГЕОФИЗИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ЗЕМЛИ, ПОИСКОВ И РАЗВЕДКИ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ

Номоконова Г. Г. Генетическая информативность геофизических данных.....	346
Адилъбеков А. С. Исследование унаследованности развития осадочного комплекса в разрезах месторождений углеводородов Томской области.....	348
Альмендингер И. Л. Геофизические различия разрезов месторождений углеводородов в разных геомагнитных структурах.....	350
Андрянов В. А., Макаров М. С., Мищук С. Е. Коллекторские свойства продуктивного пласта Ю ₁ Крапивинского месторождения.....	352
Афонина Е. В., Бекешко П. С. Результаты изучения сейсмической анизотропии геологического разреза по данным многоволнового вертикального сейсмического профилирования и площадным сейсмическим наблюдениям.....	354
Бабов В. Н., Шевченко С. М. Выделение литологических разновидностей карбонатных пород в разрезах скважин.....	356
Батраков Д. В., Гервальд В. И., Курилова А. Э. Опыт-экспериментальные исследования по оптимизации электроразведочных технологий картирования подземных коммуникаций.....	358
Бекеров А. А. Мониторинг и оценка антропогенного воздействия газопроводов на окружающую среду.....	360
Беспалов А. А. Влияние карбонатизации пород на локализацию углеводородов в разрезах Федоровского месторождения (по геофизическим данным).....	361
Нгуен Хыу Бинь Выделение и изучение коллекторов в кристаллическом фундаменте месторождения «Белый тигр» методами электрического и акустического сканирования (FMI/DSI).....	364
Бурков Ф. А. Геофизические особенности баженовской свиты как показатель нефтеносности разреза.....	366
Горбатенко А. А. Особенности диаграмм высокочастотного электромагнитного каротажного зондирования (ВЭМКЗ) в наклонных и горизонтальных скважинах.....	368
Евдокимова Е. А. Определение коэффициента водонасыщенности в низкоомных коллекторах нефтяных месторождений Томской области.....	370
Евланова Т. С. Интерпретация данных геофизических исследований скважин карбонатных отложений на примере одного из месторождений Томской области.....	372
Железнова Я. Е., Каламкар С. Л., Книппер А. А. Основные этапы формирования палеобассейнов Восточно-Европейской платформы и их типы.....	374
Жукова М. С. Метод оценки положения пункта приема по данным вертикального сейсмического профилирования.....	376
Зиновьев А. В. Учет априорной информации при обработке спутниковых данных.....	378

Иванов Ю. С. Использование моделей электропроводности для имитации диаграмм индукционных каротажных зондирований.....	380
Каримова Л. К. Особенности строения импактного кратера Madona (Латвия) по данным тепловизионного зондирования.....	381
Ковалев И. Б., Тенгелиди Д. И. Прогнозирование залежей углеводородов на основе трансформаций магнитных аномалий.....	383
Кондратьев И. С. Геофизические особенности покрышек пластов разной продуктивности (на примере Приобского нефтяного месторождения).....	386
Крылевская А. Н. Новые технологии построения цифровых сейсмических изображений геологического разреза при проведении инженерно-геологических изысканий.....	388
Крючок А. А. Космогеологический анализ разрывных дислокаций Белорусской антеклизы.....	390
Кудрин Е. С. Сравнительная оценка процедур миграции при обработке сейсмических данных (для условий Томской области).....	391
Курашов И. А. Скоростной анализ в методе общих глубинных дифракторов.....	393
Мельник К. С. Обобщенная геофизическая характеристика и сравнительный анализ пластов нефтегазоконденсатного месторождения.....	395
Митяев М. Ю. Использование сейсмических методов для детального описания строения резервуара на примере месторождения Западной Сибири.....	397
Окс Л. С. Выделение электрофаций с целью повышения качества определения петрофизических параметров по данным ГИС на примере чокракских отложений Сладковско-Морозовской группы месторождений.....	399
Парубенко И. В. Геофизические исследования благороднометалльного оруденения Крестовской интрузии Маймеча-Котуйской провинции (Полярная Сибирь).....	401
Парфёнов Н. А., Шевченко С. М. Выделение газонасыщенных интервалов продуктивной части разреза газонефтяного месторождения.....	402
Парфёнов Н. А. Особенности интерпретации типового комплекса ГИС в горизонтальных и наклонных скважинах.....	404
Пеньковая О. В. Анализ сейсмичности острова Парамушир (Курильская гряда) и выявление связи сейсмической активности с извержениями вулканов Чикурачки и Эбеко.....	406
Пятковская И. О. Применение масштабных эффектов 3 – 4 рода для экспресс-интерпретации данных ГИС на примере тонкослойных сарматских отложений Бильче-Вольцкой зоны.....	408
Татьков И. Г. Использование новых подходов к интерпретации площадных поисковых электроразведочных работ методом срединного градиента на примере Келяно-Ирокиндинской золоторудной зоны.....	410
Шайхиев Д. Р. Гидродинамические исследования в скважинах: геолого-экономический аспект.....	412
Шарафиев Д. М., Шарафиев И. М. Основные результаты работ на одном из детализационных участков Васильевского золоторудного узла (Иркутская область).....	414
Шатская А. А. Моделирование сейсмических трасс по данным акустического каротажа на Северо-Останинской площади.....	416
Шихова Т. Л. Сейсмические исследования западного склона Урала.....	418
Яковенко О. В. Геологическая информативность динамических параметров по данным сейсмического моделирования.....	420
Янковская Н. Г. Искусственное ориентирование сейсмоприёмников в систему координат PRQ.....	422
Яшков Д. С. Выделение зон, затронутых выработкой, для учета искажений коэффициентов нефтенасыщенности на примере месторождения Томской области.....	424

Секция 6. ГИДРОГЕОЛОГИЯ И ИНЖЕНЕРНАЯ ГЕОЛОГИЯ

Рассказов Н.М. Условия восполнения ресурсов Томского месторождения питьевых подземных вод.....	426
Балобаненко А.А. Колебания уровней подземных вод четвертичных отложений в южной и юго-восточной части Западно-Сибирского артезианского бассейна.....	427
Буняк О.А. Ротационная динамика как природный фактор формирования гидродинамического режима понтического водоносного горизонта на территории г.Одессы.....	428

Быкова А.А. Гидрогеологические режимные наблюдения на участке отработки угольного месторождения «Каражыра» (Республика Казахстан).....	430
Варнаев А.Е. Происхождение и возраст подземных вод нефтегазоносных отложений западной части Енисей-Хатангского регионального прогиба	432
Винокурова А.А. Связь гидрохимических потоков рассеяния с геологическими и геоморфологическими факторами россыпьеобразования золота в долине р. Чугуна	434
Воробьев В.А. Моделирование радиоактивного загрязнения атмосферного воздуха района проектируемой Северской АЭС и организация сети мониторинга	437
Гордиевская С.А. Виды техногенного воздействия на подземные воды в г. Чите.....	439
Горшкова И.С. Химический состав питьевых подземных вод района Академгородка	440
Дербенева Н.Н. Изучение физико-механических свойств торфов территории нижнего течения р. Томи ..	442
Домрочева Е.В. Геохимическая зональность подземных вод Кузбасса	444
Жданов А.В. Геохимические особенности подземных вод среднекембрийского водоносного комплекса Верхне-Мунского кимберлитового поля	446
Иваненко В.В. Оценка агрессивности грунтовых вод территории Советского нефтяного месторождения (Томская область).....	448
Жабин В.Ю., Эль Шинави А.А. Специфические свойства отдельных разновидностей грунтов основания Северской АЭС (г. Томск).....	450
Ильина О.Н. Особенности организации мониторинга оползней в Лагерном саду г.Томска	453
Каченовский В.П. Технологии обращения с радиоактивными отходами, их влияние на экологическую среду. Подземное захоронение радиоактивных отходов.....	455
Киселева О.В., Тихонова Т.М. О дополнительном уплотнении лессовых пород междуречья Прут-Днестр при фильтрации воды	456
Колесникова А.В. Геокриологические условия трассы подъездной автодороги (Эльгинское месторождение).....	458
Куйдин С.А. Причины деформации бортов на Уртуйском бурогольном разрезе	461
Кулешов А.П. Определение высоты колокольни Покровского (Хотьков) монастыря по результатам оценки свойств грунтов основания	463
Кулешов А.П. Методика инженерно-геологических изысканий для обеспечения расчета сооружений методом конечных элементов	465
Куприянов Е.А. Гидрогеология района планируемого строительства Северской атомной электростанции	466
Лимарева А.А. К обоснованию зоны санитарной охраны водозабора подземных вод Секисовского горнорудного предприятия (Республика Казахстан).....	469
Луценко О.П. Модификация алгоритма кумулятивных сумм для обработки данных о нестационарных геологических процессах	471
Микульчик Е.И. Характеристика подземных вод Михайловского района Приморского края	473
Михеева Е.В. Особенности гидродинамических полей Распадского карьера, шахты и подземных водозаборов.....	475
Моисеева Ю.А. Влияние интенсивной эксплуатации подземных вод на оседание земной поверхности....	477
Молоков В.Ю. Воздействие сейсмических событий на подземные воды в Республике Алтай.....	478
Пешков М.Е. Условия формирования подземных вод Амурской области.....	481
Пинкевич М.Н. Применение акваториальных геофизических методов при поисково-разведочных работах для хозяйственно-питьевого водоснабжения Богучанского промышленного узла.....	482
Пономарева И.С. Инженерно-геологические условия южной части г. Томска в связи с расширением зоны застройки города.....	483
Пургина Д.В. Связь между пределом текучести и гранулометрическим составом глинистых грунтов правобережья р. Томи.....	484
Ракова А.И. Учет фазовых переходов «лед-вода-пар» при математическом моделировании теплового воздействия факельных установок аварийного сжигания газа на многолетнемерзлые грунты основания...	486
Ревин А.И. Специфические инженерно-геологические условия территории проектируемого строительства Камчатской краевой больницы (г. Петропавловск-Камчатский).....	487
Рудчик С.В. Оценка инженерно-геологических условий территории проектируемого строительства православного храма Рождества Христова в посёлке Рождественский Тульской области.....	488
Сабирова В.В. Особенности инженерно-геологических изысканий в районах развития криолитозоны (на примере г. Нерюнгри).....	489

Сахаров Е.В. Применение ГИС-технологий для картографирования инженерно-геологических условий г. Кемерово.....	492
Сидкина Е.С. Равновесие рассолов западной части Тунгусского артезианского бассейна с карбонатными минералами.....	494
Скатулина О.С., Панарин П.А. Оценка естественных ресурсов подземных вод зоны дренирования территории юго-восточной части Тамбовской области.....	496
Слесарев М.А. К вопросу об определении физических свойств песчаных грунтов по данным статического зондирования.....	497
Соколкин М.Ю. Гидрогеологические условия отработки кимберлитовой трубки «Юбилейная» Саха (Якутия).....	499
Сучкова О.Ф. Факторы формирования мерзлотных условий на территории Нерюнгринского района.....	501
Сучкова О.Ф. Определение деформационных характеристик грунтов для Нерюнгринского района (Якутия).....	504
Трухин И.Г. Гидрогеологические условия угольных месторождений Забайкалья.....	506
Ушаков А.С. О прогнозе экзогенно-геологических процессов методом инженерно-геологических аналогий.....	507
Фи Хонг Тхинь. Оценка и прогноз оседания земной поверхности в результате извлечения подземных вод в городе Ханой (Вьетнам).....	509
Чарыкова С.А. Прочность сарматских глин.....	511
Чистохин А.С. Анализ работы центрального водозабора Читинского месторождения подземных вод.....	512
Чудова О.А. Эколого-гидрогеологические особенности Южно-Кузбасской промышленной зоны.....	514
Шигорина Е.Г. Использование метода релаксации напряжений для определения деформационных характеристик грунтов на примере г. Санкт-Петербурга.....	516

Секция 7. ГИДРОГЕОХИМИЯ И ГИДРОГЕОЭКОЛОГИЯ ЗЕМЛИ

Шварцев С.Л. Новые горизонты гидрогеологии.....	519
Азаренко О.И., Гальцов А.О., Каминская Я.В. Химический состав воды озера Пионерское.....	521
Аксиненко К.Ю., Моисеева Ю.А. Современные гидрометеорологические исследования на Бакчарском болотном массиве.....	523
Барсуков К.А., Зворыгин А.И. Влияние родниковой воды на здоровье человека.....	524
Валитова К.П., Исайкина А.О. Химический состав вод р. Карыш и ручья «Геополлигонного» (Хакасия).....	526
Вейсгейм А.С. Исследования по улучшению качества вод бадинским цеолитом.....	527
Верхотуров Г.Г. Оценка влияния горного производства на состояние подземных вод в районе промышленной зоны ОАО «ППГХО» (Забайкальский край).....	529
Власов И.С. Инженерно-экологические изыскания на площадке Северская АЭС.....	531
Волкова Д.С. Особенности гидрогеологических условий и химического состава пластовых вод каменного лицензионного участка Красноленинского месторождения углеводородов.....	533
Дзязько С.Р. Геохимия подземных вод Ширинского района Хакасии.....	535
Достовалов В.В. Совершенствование технологии водоснабжения при дренажной разработке россыпей.....	537
Дучко М.А. Углеводороды в торфах и воде болота «Цыганово».....	539
Жабина А.А. Анализ защитных свойств зоны аэрации в долине реки Нивы (Мурманская область).....	541
Загидуллина К.Р., Нигматуллина Д.А., Тухватуллина Г.А. Об особенностях и условиях формирования состава подземных вод верхней части разреза Республики Татарстан.....	543
Зибарева Н.Е. Эколого-технологические аспекты комплексного использования пластовых вод нефтяных месторождений.....	545
Зиппа Е.В. Правовой статус водоохранных зон рек Российской Федерации и Великобритании на примере реки Томь и реки Темза.....	547
Зотова Д.С. Оценка уровня техногенной опасности промышленных стоков для экосистемы реки Аба.....	548
Игнатова А.И. Влияние маломерного транспорта на качество воды Телецкого озера.....	550
Казанцева О.В. Микрофлора родников улицы Известковой.....	552
Карманова К.И. Расчет русловых деформаций рек лесотундровой зоны (на примере р. Еркал-Надей-Пур).....	553
Кокова М.И. Геоэкологическая оценка качества воды реки Туим Ширинского района.....	556
Колпакова М.Н. Общие закономерности размещения разных геохимических типов озер на территории.....	558

западной Монголии.....	
Коновалова К.А. Геоэкологическая оценка состояния подземных вод при отработке урановых месторождений методом подземного выщелачивания на примере Хиагдинского месторождения урана (Забайкальский край)	560
Коробенкова М.П., Ткачева М.А. Геоэкологическая безопасность хозяйственно-питьевого водопользования на территории Обь-Томского междуречья.....	561
Кривошеина А.А. Эколого-правовые аспекты водопользования для строительства и эксплуатации отводных переходов нефтепроводов.....	563
Крохта К.В. Распространенность химических элементов в донных отложениях поверхностных водотоков Черепановской площади (Западный Салаир)	564
Кувшинова Е.В. Экологические последствия использования водных ресурсов.....	566
Курбатова Е.А. Химический состав воды озера Шира (Хакасия)	568
Леушина С.К. Распространенность редкоземельных элементов в природных водах Хакасии.....	569
Лобанова А.А., Андрианова К.А., Хасанова Р.Ш., Нарымская А.Т. Химический состав грунтовых вод центра учебных геологических практик Томского политехнического университета (Хакасия)	571
Ложникова О.А. Изучение условий формирования поверхностного стока реки Бакчар (Томская область)	573
Ломакина Н.Ю. Методология очистки хозяйственно-бытовых сточных вод в очистных сооружениях с естественной аэрацией.....	575
Михеева Е.В. Особенности гидродинамических полей Распадского карьера, шахты и подземных водозаборов (Кузбасс)	576
Моисеева Ю.А. Влияние интенсивной эксплуатации подземных вод и углеводородов на оседание земной поверхности и его изучение.....	578
Молоков В.Ю., Бондаренко Е.Н., Ролдугин В.В. Динамика состояния подземных вод в период сейсмической активизации в Алтае-Саянском регионе (на примере республики Алтай)	580
Носкова Д.Л. Гидротехническая мелиорация водоемов и водотоков в пределах города Томска.....	582
Пирожков Д.А. Проблемы водоотведения хозяйственно-бытовых стоков республики Хакасия.....	584
Платонова Е.Г. Вопросы собственности на водные объекты в прежнем и действующем законодательстве.....	585
Рахматуллаев И.Б. Характеристика химического состава подземных вод апт-сеноманского комплекса на Майском нефтяном месторождении (Томская область)	586
Семёнова М.М., Мошкина А.А. Химический состав артезианских вод центра учебных геологических практик Томского политехнического университета (Хакасия)	588
Скрипов В.В. Проблема загрязнения грунтовых вод в районе размещения очистных сооружений ЗАО «Ольховатский сахарный завод» (Воронежская область)	589
Смирнов О.Н., Вершинин М.А. Гидрологический и гидрохимический режим болот.....	590
Смирнова А.Ю. Аральская геоэкологическая катастрофа.....	592
Солдатова Е.А. Геохимическая подвижность химических элементов в природных водах территории Томь-Яйского междуречья.....	594
Сохарева С.Ю. Эколого-правовые аспекты недропользования на условиях соглашений о разделе продукции.....	596
Улаева С.С. Сточные воды и их инвентаризация.....	598
Хахалина Е.А. Водно-экологические проблемы территории города Анжеро-Судженска (Кемеровская область)	599
Чагина Ю.А. Формирование состава соленых озер Алтайского края.....	601
Чепрасова А.С. Экологическая реабилитация почвенного покрова территории нефтеперерабатывающего предприятия города Туапсе.....	603
Шабалина Ю.А. Характеристика водоемов окрестностей города Томска как объектов рекреации.....	605
Шодиев С.Р., Чембарисов Т.Э., Лесник А.П. Гидроэкологические проблемы речных вод Узбекистана и пути их решения	607
Шумакова Д.М. Водный баланс участка Бакчарского болотного массива (Томская область)	609

Секция 8. ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ В НАУКАХ О ЗЕМЛЕ

Алексеева М.Н. Геоинформационные технологии в мониторинге состояния территорий с нефтепроводами.....	612
Выдрич Д.Е. Методика подготовки данных ДДЗ для изучения расслоенных интрузивов.....	614

Горте Ю.Д. Региональные геоинформационные системы: Анализ потока документов из БД «Природа и природные ресурсы Сибири и Дальнего Востока»	616
Зиновьев А.В. Учет подстилающей поверхности при обработке спутниковых сигналов	618
Кирсанов А.А. Новые информационные технологии в процессе геологической документации. формирование и хранение баз данных	619
Кирсанов А.А. Методика построения 3D геолого-геохимической модели распределения золота на примере месторождения «Благодатное» (Красноярский край, Олимпиадинская площадь)	621
Кустова А.В. Туманы Томской области в современный период	623
Орлов А.Ф. Применение геоинформационных систем при актуализации проведении кадастровой оценки земель населенных пунктов	625
Перемитина Т.О. Геоинформационный подход к анализу свойств нефтей Западной Сибири	627
Петров А.Х. Детальное картирование промышленных типов руд кимберлитовой трубки «Юбилейная» с использованием ГГИС	630
Рудмин М.А. Применение геологической геоинформационной системы для сбора, хранения, обработки данных на месторождении, обрабатываемом методом скважинного подземного выщелачивания	631
Семенова К.А. Особенности построения карты пространственного изменения плотности природной энергии	633
Семенова К.А. К карте гидроэнергетического потенциала рек Томской области	635
Сидорова М.Г. Автоматизация принятия решений в задачах кластерного анализа	635
Хозяшев А.А. ГИС-технологии в изучении условий соленакопления в западной части Прикаспийской впадины	637
Шершевец А.С. ГГИС-технологии в исследовании горных работ и процессов	639

Секция 9. ЗЕМЛЕУСТРОЙСТВО: НАУКА И ПРАКТИКА

Пасько О.А. История развития землеустройства в России	641
Deakin Ann K. Gis & land use management. A case study from rural America	642
Алиферова А.В. Методы определения площадей земельных участков различной геометрической формы	644
Антонова О.Б. Проведение землеустройства территории «Байкальская гавань» для создания особой экономической зоны	646
Бабинович Л.В. Кадастровое обеспечение управления территориями	648
Бабинович Л.В., Федотова Д.Д. Проблемы формирования кадастра особо охраняемых природных территорий в Российской Федерации	649
Вакарь Ю.В. Состояние почвенного покрова как основа кадастровой оценки земель	651
Герасимова Т.О. Сравнительная характеристика земель сельскохозяйственного назначения в разных странах	653
Грязнова Н.В. Использование Гис-технологий в адаптивно-ландшафтной системе земледелия	655
Дрогин В.В. Использование современного геодезического оборудования для решения задач землеустройства и градостроительства	657
Евсеева Е.А., Краева Ю.В. Болота как самоорганизующаяся система в природе и проблемы землепользования	659
Ермаков Д.В., Лешневская Е.Ф. Повышение эффективности управления земельными ресурсами муниципального образования	661
Зайцева О.А. Исследование эколого-экономических факторов оценки стоимости земельно-имущественного комплекса в Омской области	663
Зубко Е. Развитие фермерских хозяйств в Молдове	665
Калошина Д.М. Процесс создания топографической карты по результатам аэрофотосъемки	667
Калошина Д.М. Проблема установления и закрепления границ водоохранных зон на местности (с целью постановки их на государственный кадастровый учет)	669
Калугин А.В. Лесной фонд Томской области	671
Комкова Ю.О. Возможность развития геологического туризма в Томском районе на основе геолого-почвенной практики студентов	673
Летягина Т.В., Шереметьева В.П. Динамика изменения содержания солей тяжелых металлов в почвах полигона твердых бытовых отходов г. Томска	675
Михалева О.Д. Экономическое обоснование восстановления деградированных земель	677
Мишунина А.С. Императивный подход при строительстве объездной левобережной дороги р. Томи (Томская область)	679
Наливайко А.В. Столыпинская реформа в Сибири и Томской губернии	681
Орлов А.Ф. Применение геоинформационных систем при актуализации кадастровой оценки земель	682

населенных пунктов в пермском крае.....	
Перемитин И.С., Дрогин В.В., Фролова В.С., Мошева Е.Ю., Вакарь Ю.В., Лукьяновская А.С., Садыков Т.М. Проект эмблемы ТПУ для размещения на склоне проспекта Ленина.....	684
Садыков Т.М., Фролова В.С. Природно-техногенные условия экологизации землепользования.....	686
Сапожникова Ю.И. Оценка влияния факторов стоимости на рыночную стоимость земельных участков для индивидуального жилищного строительства.....	688
Скоробогатова О.С. Ведение кадастра земель сельскохозяйственного назначения: анализ, проблемы....	690
Смогоржевская Е.С. Зонирование и классификация земель по их пригодности для использования в сельскохозяйственном производстве.....	692
Таланова А.И. Особенности исторического развития Среднего Прииртышья как основа развития рекреационного туризма.....	694
Третьякова А.С. Разработка проекта межевания земельного участка, находящегося в общей долевой собственности граждан, на примере совхоза «Северный» Печенгского района Мурманской области.....	696
Федотова Д. Д. Инженерное обустройство микрорайона путем применения средств по защите от процессов подтопления на примере микрорайона Черемошники.....	698
Харлов М.А. Кадастровое и землеустроительное обеспечение размещения объекта строительства и обустройства скважин нефтяного месторождения на землях сельскохозяйственного назначения.....	700
Холод В. В. Оценка экологического ущерба, причиненного землям и почвам.....	702
Шереметьева В.П., Летягина Т.В. Землеустройство загрязненных земель на примере полигона твердых бытовых отходов в с. Новомихайловка.....	703

Научное издание

Проблемы геологии и освоения недр
Труды XVI Международного симпозиума имени академика М.А. Усова
студентов и молодых ученых

I Том


Издательство ТПУ
Россия, 634050, г. Томск, пр. Ленина, 30
Тел./факс (3822) 563535, 564557
е-mail: publish@tpu.ru

Подписано к печати 00.00.2012. Формат 60x84/8. Бумага «Снегурочка».
Печать XEROX. Усл. печ. л. . Уч.-изд. л. .
Заказ . Тираж экз.



Томский политехнический университет
Система менеджмента качества
Томского политехнического университета сертифицирована
NATIONAL QUALITY ASSURANCE по стандарту ISO 9001:2000



ИЗДАТЕЛЬСТВО  ТПУ. 634050, г. Томск, пр. Ленина, 30.
Тел. / факс: 8(3822) 56-35-35. www.tpu.ru

Центр профессиональной переподготовки специалистов нефтегазового дела ТПУ



Вход в Центр

политехнического университета при поддержке НК «ЮКОС» был открыт Центр профессиональной переподготовки специалистов нефтегазового дела. Обучение в Центре проводится на основе магистерских программ шотландского университета Heriot-Watt (Шотландия, г. Эдинбург). Центр осуществляет подготовку специалистов по трем направлениям: Нефтяной инжиниринг (MSc in Petroleum Engineering), Геология нефти и газа (MSc in Reservoir Evaluation) и Технология нефти и газа (MSc in Oil and Gas Technology). Обучение в Центре проходит в течение 12 месяцев и дает слушателям

В последнее время крупнейшие нефтяные компании мира ставят перед собой ряд вопросов, решение которых будет способствовать развитию отрасли: интенсификация добычи нефти, развитие технологий добычи и др. Все больше внимания уделяется качеству образования работников, уникальности их знаний и пониманию процессов, происходящих на рынке нефти. Появление новых технологий на нефтедобывающих предприятиях требует участия специалистов, обладающих комплексными знаниями. В связи с этим, в сентябре 2001 года на базе Томского



Лекция

интегрированные знания и навыки командной работы, что является необходимым условием для успешной карьеры в современной нефтегазовой промышленности.

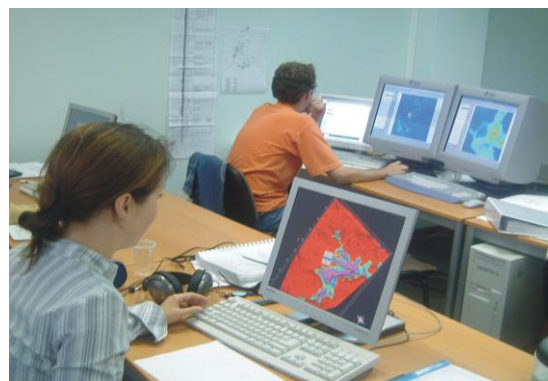
Лекции читаются на английском языке профессорами Эдинбургского университета, а также аккредитованными преподавателями Центра. После завершения программ слушатели приобретают образование международного стандарта, степень магистра университета Heriot-Watt и диплом о профессиональной переподготовке Томского политехнического университета. Каждая



Студенты в библиотеке

магистерская программа состоит из 4-х семестров, во время которых слушатели посещают лекционные и практические занятия.

Обучение ведется по основным специальным дисциплинам: нефтепромысловой геологии, геофизике, физике пласта, разработке месторождений, моделированию, технологии добычи, бурению и экономике. По каждой дисциплине студенты сдают письменные экзамены на английском языке. Знания, полученные в рамках теоретических модулей, затем реализуются на практике при выполнении группового проекта, главная цель которого – интеграция полученных



В компьютерном классе

знаний при работе с реальными промышленными данными. Студенты защищают свои групповые проекты перед экспертной комиссией. Имея все необходимое оборудование, Центр проводит видео–конференции с университетом Heriot–Watt в режиме реального времени. Поэтому в состав экспертной комиссии входят также и преподаватели из Эдинбурга. Более глубокие знания по выбранной специализации слушатели получают при работе над индивидуальными проектами, когда каждый студент проводит исследование по конкретной проблеме и по результатам работы подготавливает отчет. Индивидуальные проекты разрабатываются с учетом реальных проблем нефтяных и газовых месторождений.

Данная исследовательская работа является эквивалентом магистерской диссертации. Центр имеет современное техническое оснащение – более 150 персональных компьютеров, 5 рабочих станций



**Зал 3D-визуализации.
Защита геологами дипломных работ**

SUN и единственный в Сибири зал 3D-визуализации. Данный зал используется в учебном процессе и позволяет наглядно продемонстрировать модель месторождения в трехмерном пространстве. Для практической работы Центр располагает грантами на использование специализированного программного обеспечения: Shlumberger GeoQuest, Landmark Graphics, EPS, Bentley, Aspen Technology.

Для студентов и преподавателей в Центре имеется своя библиотека, где собрана учебная литература по основным модулям, которые читаются во время обучения. Информация представлена на бумажных носителях, видеокассетах и компакт–



**Вручение дипломов магистрам в
Британском посольстве**

дисках на русском и английском языках. Кроме этого, Центр располагает периодическими специализированными изданиями и справочной литературой. Библиотека постоянно пополняется новинками.

На сегодняшний день уже третий набор слушателей готовится к получению магистерских дипломов. Выпускники Центра прошлых лет уже проявили себя как опытные и высококлассные специалисты в различных компаниях нефтяного сектора. Качественные знания и системность мышления делают выпускников конкурентоспособными на рынке труда.



**Выпускники ЦППСНД в посольстве
Британии**

**Обучение в ЦППСНД ТПУ по магистерским программам
шотландского университета**

Heriot-Watt

WWW.HW.TPU.RU



Лицензия на право образовательной деятельности
Серия А №169066 от 01.06.2005.



**Инновационный
научно-образовательный**

ЦЕНТР

**подготовки специалистов
трубопроводного транспорта нефти и газа**

**Адрес: г.Томск, пр.Ленина, 2,
строение 5 (20 корпус ТПУ),
Россия, 634050.**

Телефон: +7(3822) 42-61-53,

Факс: +7(3822) 41-90-17.

E-mail: ktxng@tpu.ru, sspost@mail.ru

**Почтовый адрес:
г. Томск, пр. Ленина, 30,
ТПУ, Россия, 634050**



Инновационный научно-образовательный центр подготовки специалистов трубопроводного транспорта нефти и газа



Инновационный научно-образовательный центр создан с целью подготовки для ведущих транспортных и нефтегазодобывающих компаний специалистов мирового уровня с исключительными компетенциями в области транспортирования и хранения нефти и газа

Научный руководитель: Рудаченко Александр Валентинович, доцент, кандидат технических наук, заведующий кафедрой транспорта и хранения нефти и газа

О ЦЕНТРЕ

Центр создан на базе кафедры транспорта и хранения нефти и газа Института геологии и нефтегазового дела Томского политехнического университета и обеспечивает подготовку магистров по Double – Degree программе.

Центр обладает современными мультимедийными классами, научно-исследовательскими лабораториями, конференц-залом с системой 3D-визуализации.

Учебный процесс проходит с использованием самого современного оборудования и программных продуктов: программы CFD, AUTODYN, LS-DYNA, Turbo Tools, Parallel processor, Spider Project, Fluent, стенд гидравлический универсальный ТМЖ 2, стенд «Гидродинамика», А1040М ПОЛИГОН - низкочастотный ультразвуковой томограф, дефектоскопы, цифровая акустико - эмиссионная система Valen AMSY-5, тепловизор, вибродиагностическое оборудование, ультразвуковой сканер, система лазерной центровки валов, лазерный доплеровский измеритель скорости потока (ЛДИС) и многое другое.

ЦЕНТР ВКЛЮЧАЕТ В СЕБЯ

- лабораторию гидрогазодинамики;
- лабораторию моделирования процессов трубопроводного транспорта углеводородного сырья;
- лабораторию технической диагностики оборудования нефтегазопроводов;
- лабораторию неразрушающих методов контроля;
- лабораторию трубопроводно-строительных материалов;
- лабораторию геодезического обеспечения строительства нефтегазопроводов и хранилищ;

- лабораторию оборудования нефтегазопроводов;
- лабораторию противокоррозионной защиты;



- лабораторию проектирования газонефтепроводов и хранилищ;
- лекционные аудитории;
- компьютерные и мультимедийные классы;
- кабинеты курсового проектирования.



Инновационный научно-образовательный центр подготовки специалистов трубопроводного транспорта нефти и газа

ОБУЧЕНИЕ В ЦЕНТРЕ

Обучение проходит по очной форме продолжительностью 2 года. Первый учебный год предполагает обучение по магистерской программе ТПУ «Надежность газонефтепроводов и хранилищ». Параллельно проводятся интенсивные языковые курсы, чтобы подготовить будущих магистров ко второму году обучения.

Обучение на втором курсе выполняется по методическим разработкам University of Calgary по магистерской программе Pipeline Engineering. Занятия проводятся на английском языке профессорами университета Калгари и преподавателями Томского политехнического университета, прошедшими специальную стажировку в Канаде.



Слушатели Центра, при успешном окончании обучения, получают степень магистра соответствующей специальности университета Калгари и диплом магистра ТПУ, что гарантирует им трудоустройство в компаниях нефтегазовой отрасли и проектных институтах.



Преподавательский состав – 15 человек, в том числе: 2 профессора, доктора технических наук и 8 доцентов, кандидатов технических наук.

МАГИСТЕРСКАЯ ПРОГРАММА «Надежность газонефтепроводов и хранилищ»

Структура программы подготовки:

- теоретическая подготовка: 3 сем.- 756 часов аудиторных занятий;
- самостоятельная работа магистра: 3 сем. – 1170 часов;
- научно-исследовательская работа: 3 сем. – 774 часа;
- научно-исследовательская практика – 216 часов;
- подготовка и защита магистерской диссертации: 1 сем. – 1080 часов.

Всего: специализированной подготовки – 3996 часов.

Дисциплины направления магистерской программы:

- современные проблемы науки;
- история и методология науки;
- компьютерные технологии в науке и образовании;
- философские проблемы естественных, гуманитарных и технических наук;
- мировая экономика нефтегазовых ресурсов;
- финансово-экономический анализ нефтегазовых проектов;
- основы ресурсо- и энергосберегающих технологий углеводородного сырья;
- современные представления о нефтяных дисперсных системах;
- физико-химические методы исследования материалов, реагентов и углеводородных систем;
- автоматизация управления нефтегазовыми технологическими процессами и производствами;
- иностранный язык.

Специальные дисциплины магистерской подготовки:

- мониторинг оборудования трубопроводного транспорта;
- компьютерные технологии решения задач трубопроводного транспорта;
- автоматизация проектирования систем трубопроводного транспорта;

Инновационный научно-образовательный центр подготовки специалистов трубопроводного транспорта нефти и газа

- прочность оборудования газонефтепроводов и хранилищ;
- алгоритмы при моделировании гидродинамических процессов;
- исследования напряженно-деформированного состояния трубопроводов.



Требования к кандидатам:

- средний балл по диплому не менее 4,5;
- профессиональная ориентированность в области технических наук (механика, гидравлика, сопротивление материалов, основы конструирования, сварка, технология металлов и конструкционных материалов);
- способность к обучению и переобучению;
- знание английского языка;
- мобильность;
- знание компьютера;
- возраст до 35 лет.



ИСКЛЮЧИТЕЛЬНЫЕ КОМПЕТЕНЦИИ СПЕЦИАЛИСТОВ:

- сочетать в себе углубленные знания по теории надежности технологического оборудования с учетом динамических, гидромеханических и термодинамических процессов при его эксплуатации;
- владеть современными компьютерными средствами группового и индивидуального проектирования газонефтепроводов и хранилищ с использованием геоинформационных технологий;
- проводить нестандартные расчеты по оптимизации технологических режимов транспортирования нефти и газа с учетом эксплуатационных параметров оборудования газонефтепроводов и хранилищ;
- в совершенстве владеть методами моделирования сложных гидродинамических процессов, выбирать оптимальные технологические режимы перекачки нефти и газа и параметры трубопровода с учетом профиля трассы;
- знать современные системы технического обслуживания и ремонта оборудования газонефтепроводов и направления их дальнейшего развития;
- в совершенстве владеть иностранным языком.

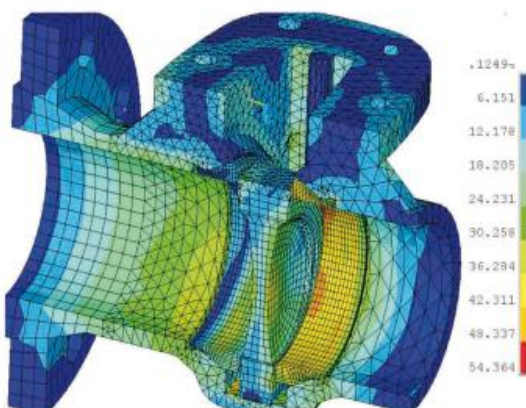
КОНКУРЕНТНЫЕ ПРЕИМУЩЕСТВА СПЕЦИАЛИСТОВ:

- способность проводить сложные аналитические расчеты по анализу динамических, гидравлических и термодинамических характеристик оборудования трубопроводного транспорта;
- умение пользоваться сложным современным экспериментальным оборудованием при исследовании процессов, влияющих на эксплуатационные и прочностные характеристики газонефтепроводов и хранилищ;
- владение современными методами группового проектирования объектов трубопроводного транспорта с использованием автоматизированных систем управления проектами;
- знание современных методов повышения надежности оборудования трубопроводного транспорта нефти и газа на этапах проектирования и эксплуатации;
- умение работать в команде.

Инновационный научно-образовательный центр подготовки специалистов трубопроводного транспорта нефти и газа

НАПРАВЛЕНИЯ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ РАБОТЫ

- диагностика, оценка и прогноз технического состояния трубопроводов и насосно-компрессорного оборудования с использованием вибродиагностического и тепловизионного оборудования;



- исследование и оценка коррозионного состояния трубопроводов;
- исследования напряженно-деформированного состояния трубопровода и оборудования (применяются экспериментальные методы и методы численного моделирования с использованием методов конечных элементов);
- повышение надежности технического состояния трубопроводов;
- разработка новых типов природных сорбентов для локализации и утилизации аварийных разливов нефти;
- прикладные и фундаментальные, численные и экспериментальные исследования в ламинарных и турбулентных, прямооточных и закрученных потоках жидкостей и газов в трубопроводах со сложной границей области движения рабочей среды.



ПАРТНЕРЫ ЦЕНТРА ПО НАУЧНЫМ ИССЛЕДОВАНИЯМ И ПОДГОТОВКЕ КАДРОВ:

- ОАО «АК «Транснефть»;
- ОАО «Газпром»;
- ООО «Стройтрансгаз»;
- ООО «Сибтрубопроводстрой»;
- ООО «Старстрой»;
- ОАО «Гипротрубопровод»;
- ОАО «ВНИИСТ»;
- ТомскНИПИнефть;
- Университет г. Калгари (Канада);
- Институт нефти и природного газа университета г. Мишкольц (Венгрия);
- Институт турбулентности г. Марселя (Франция);
- Институт нефти и газа г. Парижа (Франция);
- Институт технической теплофизики НАН Украины;
- Европейская организация исследований вопросов промышленной теплотехники МАТЭК (Словакия, Италия, Голландия, Германия, Украина).



КОНТАКТЫ:

634050, Россия, г.Томск, пр.Ленина, 2,
строение 5 (20 корпус ТПУ).

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ:

Тел.: +7(3822) 42-61-53,
Факс: +7(3822) 41-90-17.
E-mail: ktxng@tpu.ru, sspost@mail.ru

Почтовый адрес:
634959, Россия, г. Томск,
пр. Ленина, 30, ТПУ.



ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

Международный инновационный
научно-образовательный центр

«Урановая геология»



Международный инновационный научно-образовательный центр «Урановая геология»



Цель создания центра:

подготовка элитных специалистов в области геологии, поисков и разведки месторождений руд редких и радиоактивных элементов для минерально-сырьевого уранового комплекса России, высококвалифицированных геологов, подготовленных к профессиональной деятельности с учетом современных рыночных отношений и наукоёмких технологий.

Руководитель: Рихванов Леонид Петрович, профессор, доктор геолого-минералогических наук, Заслуженный геолог РФ, Заслуженный деятель науки РФ

СТРУКТУРА МЕЖДУНАРОДНОГО НАУЧНО-ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ЦЕНТРА «УРАНОВАЯ ГЕОЛОГИЯ»

- Учебно-научная лаборатория оптической и электронной микроскопии
- Учебно-научная лаборатория изотопной спектрометрии
- Учебно-научная лаборатория геотехнологии
- Учебно-научная лаборатория микроэлементного анализа
- Учебно-научная лаборатория ядерно-геохимических исследований

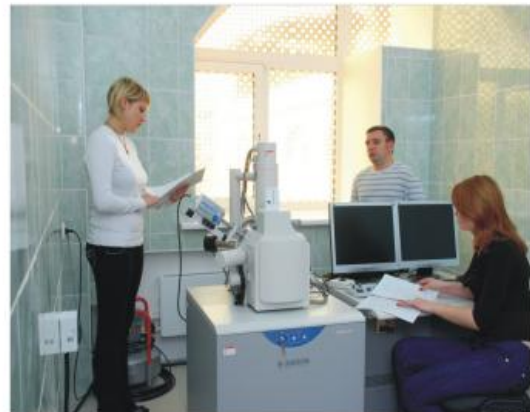
МАГИСТЕРСКАЯ ПРОГРАММА «ГЕОЛОГИЯ, ПОИСКИ И РАЗВЕДКА РУД РЕДКИХ И РАДИОАКТИВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ» (Срок обучения: 2 года. Степень: магистр геологии)

Необходимость реализации магистерской программы «Геология, поиски и разведка руд редких и радиоактивных элементов» вызвана **потребностью отечественных и зарубежных компаний, занимающихся разработкой урановых и редкометалльных месторождений в специалистах, умеющих интегрировать весь комплекс доступных данных по месторождениям урана (геохимия, минералогия, ядерная геофизика, радиогидрогеохимия и гидрогеология и др.):**

- для прогнозирования, поисков и геолого-экономической оценки месторождений урана и редких элементов на основе системного анализа всех совокупных данных по минералого-геохимическим, геофизическим и другим характеристикам объектов;
- для создания моделей формирования урановых и редкометалльных месторождений и обоснования способа их отработки с максимальной эффективностью и наименьшим воздействием на окружающую среду.

Подготовка специалистов нового уровня основана на реализации следующих основных принципов:

- **принцип элитарности:** набор лучших из 12 вузов России;
- **принцип элитарности научных, инженерных и педагогических школ:** 40-летний опыт подготовки геологов-редкометаллщиков; привлечение ведущих специалистов России и Мира для чтения мастер-курсов;



- **принцип уникальности образовательных программ и технологий с использованием мировых информационных ресурсов и HiTek оборудования:** ядерный реактор, альфа-и гамма-спектрометры, электронные и оптические микроскопы и анализаторы, коллекции минералов и руд всего Мира;

- **принцип стратегического партнёрства:** ООО «Компания «Базовый элемент» («БазЭл»), Университет Нанси (Франция), ФГУП «Урангео», Россия, производственные компании «Казатом-пром», Казахстан и др.

Международный инновационный научно-образовательный центр «Урановая геология»

КОНКУРЕНТНЫЕ ПРЕИМУЩЕСТВА ПОДГОТОВЛИВАЕМЫХ СПЕЦИАЛИСТОВ:

- Наши выпускники умеют то, что не умеют выпускники потенциальных конкурентов. Наши выпускники приносят в компании уникальные компетенции.
- Создают модели месторождений.
- Разрабатывают прогнозно-поисковые критерии и признаки для выявления месторождений на основе моделирования.
- Выбирают и обосновывают технологии эксплуатации на основе использования численных методов моделирования миграции радионуклидов и формирования месторождений урана (3D - визуализация).
- Подготавливают ТЭО проектов разработки месторождений в соответствии с международными стандартами.
- Умеют получать новую минералого-геохимическую информацию с использованием современных ядерно-физических методов, в том числе на базе ядерного реактора.

- Управление проектами – менеджмент.
- Свободно владеют английским языком.



КЛЮЧЕВЫЕ ОТРАСЛЕВЫЕ ПРОБЛЕМЫ, К РЕШЕНИЮ КОТОРЫХ ПОДГОТОВЛЕНЫ ВЫПУСКНИКИ:

- Поиски, разведка, геолого-экономическая оценка и разработка месторождений радиоактивного и редкометалльного сырья.
- Поиск и подбор максимально рентабельных технологий добычи, схем вскрытия руды на месторождениях.

- Создание модели месторождения. Моделирование для оценки запасов руд и выбора кондиционных параметров.
- Разработка прогнозно-поисковых моделей различных геолого-промышленных типов месторождений.

ОСНОВНЫЕ И СПЕЦИАЛЬНЫЕ ИЗУЧАЕМЫЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Первый год обучения в магистратуре включает изучение дисциплин общего направления, предусмотренных для этой специальности требованиями ГОС ВПО Министерства образования и науки РФ.

Второй год обучения предусматривает обучение по дисциплинам узкой специализации с прохождением научно-исследовательской и производственной практик в одной из урановодобывающих компаний.

- Минералогия радиоактивных элементов;
- Геохимия радиоактивных элементов;
- Промыленно-генетические типы месторождений радиоактивных элементов. Металлогения;
- Радиогидрогеология и гидрогеохимия;
- Методы исследования радиоактивных руд;
- Геофизические методы при разведке и разработке урановых месторождений;
- Радиоактивные элементы в окружающей среде и проблемы радиоэкологии;
- Рациональная методика прогнозирования, поисков и геолого-экономической оценки месторождений руд, редких и радиоактивных элементов;
- Технично-экономическое обоснование проектов разработки месторождений по международным стандартам;

- Геотехнология добычи урановых руд;
- Основы технологии и переработки ядерных сырьевых материалов;
- Технология бурения эксплуатационных скважин при отработке месторождений урана методом ПСВ;
- Гидродинамика флюидных систем и моделирование гидродинамических процессов;
- Численные методы моделирования геомиграции радионуклидов.



Международный инновационный научно-образовательный центр «Урановая геология»

НАУЧНАЯ ШКОЛА И ПРОФЕССОРСКО-ПРЕПОДАВАТЕЛЬСКИЙ СОСТАВ

Международный инновационный научно-образовательный Центр подготовки специалистов в области урановой геологии создаётся на базе кафедры Геоэкологии и геохимии ТПУ, которая ранее под названием «Кафедра Геологии и разведки руд редких и радиоактивных элементов» с 1956 года на протяжении 35 лет готовила специалистов для Первого Главка Министерства Геологии СССР, главной задачей которого было обеспечение страны урановым сырьём.

История создания кафедры уходит в далёкие 30-е годы, когда создавалась кафедра Месторождений полезных ископаемых. Она была открыта в 1931 году. Организатор и первый заведующий – член-корреспондент АН СССР **Ф.Н. Шахов**.

В 1954 году из состава кафедры месторождений полезных ископаемых была выделена в связи с открытием специализации по геологии редких и радиоактивных элементов (приказ Мингео СССР от 29.09.1954 г.) кафедра геологии и разведки руд редких и радиоактивных элементов (зав. кафедрой профессор В.К. Черепнин).

С 1956 г. по 1997 гг. по урановому профилю было выпущено 756 специалистов-редкометаллыциков, в т.ч. 61 чел. получили дипломы с отличием.

Таким образом, за этот период времени сложился коллектив преподавателей и выпускников, знающих урановую геологию, умеющих решать как тактические, так и стратегические задачи.

На кафедре сформировалась общепризнанная школа по урановой геологии и геохимии, имеющая традиции, опыт работы и, сравнительно молодые кадры, способные вести подготовку геологов-уранщиков на новом качественном уровне.



Подготовку специалистов в Центре осуществляют доктора наук, профессора (**9**) и доценты, кандидаты наук (**4**) Томского политехнического университета, а также ведущие ученые Российской академии наук, специалисты с предприятий, зарубежных вузов.

МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Центр располагает самым современным компьютерным, мультимедийным и уникальным лабораторным оборудованием. Здесь представлены:

- сканирующий электронный микроскоп Hitachi S-3400N с приставкой для микроанализа;
- спектрофотометр «Флюорат-02 Панорама» с приставкой «Крио-2»;
- хроматограф «Хроматэкс-Кристалл 5000»;
- лабораторный микроскоп Axioskop 40 с системой анализа изображений;
- ртутный анализатор РА-915;
- лабораторный альфа-спектрометр;
- спектрометр для нейтронно-активационного анализа на основе аналогового модуля NIM;
- портативный гамма-спектрометр GS-512;
- переносной радиометр-спектрометр РСУ-01 «Сигнал М»;
- микроскопы серии «ПОЛАМ» разного типа;
- аппаратура для рентгеноструктурного анализа «ДРОН-3»;
- лазерный анализатор вещественного состава «LMA-10» с приставкой МААС;



- полевые гамма-спектрометры: РКП-305, РКП-305М;
- РЗА-4А – измеритель концентрации радона;
- стационарные (лабораторные) гамма-спектрометры «РУТ»;
- термолуминесцентные дозиметры разных типов и др.

Международный инновационный научно-образовательный центр «Урановая геология»

В учебном процессе по подготовке специалистов для урановой отрасли используются уникальные коллекции минералов и руд различных типов урановых и редкометалльных месторождений бывшего СССР, которые хранятся в специально оборудованном хранилище общей площадью 20 м². Этот коллекционный фонд насчитывает около 2000 образцов (аналогов в России нет).



Кроме того, в подготовке специалистов для урановой отрасли будет задействована ядерно-геохимическая лаборатория базовой кафедры, размещенная на площадях **Исследовательского ядерного реактора** Томского политехнического университета, активно используемая как современный инструмент подготовки специалистов для урановой геологии и проведения научных исследований в области разработки радиохимических методов прогнозирования и поисков руд редких и радиоактивных элементов.

СТРАТЕГИЧЕСКИЕ ПАРТНЕРЫ ЦЕНТРА

Вузы, академические и отраслевые институты:

- Университет Анри Пуанкаре (Нанси-1), Франция
- Университет Париж-11 (Орсей, Франция)
- Российский государственный геологоразведочный университет (Москва)
- Институт геологии рудных месторождений, петрографии, минералогии и геохимии (ИГЕМ) РАН
- Всероссийский научно-исследовательский институт минерального сырья (ВИМС) МПР
- Всероссийский научно-исследовательский геологический институт (ВСЕГЕИ) МПР
- Институты СО РАН (Новосибирск, Улан-Удэ, Иркутск, Чита)

Государственные и частные компании:

- ООО «Компания «Базовый элемент»» («БазЭл»)
- ФГУП «УРАНГЕО РФ» и его дочерние предприятия в Новосибирске «Берёзовгеология», Иркутске «Сосновгеология» и др.
- «Урановый холдинг АРМЗ» (ОАО «Атомредметзолото»)
- Национальная атомная компания «КАЗАТОМПРОМ» (Казахстан)
- РОСАТОМ и его предприятия «Горнорудная урановая компания ТВЭЛ»
- «AREVA» (Европейский урановый консорциум)
- «ВНР» (Австралия) и др.

СТРАТЕГИЧЕСКИЕ КЛИЕНТЫ ЦЕНТРА

- ООО «Компания «Базовый элемент»» («БазЭл»)
- ОАО «КАЗАТОМПРОМ» (Казахстан)

- ОАО «Урановая горнорудная компания» РОСАТОМА
- ФГУП «УРАНГЕО» (МПР РФ)

ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ ПРЕИМУЩЕСТВА:

Слушатели обеспечиваются комфортабельным общежитием и стипендией.

Заклучившим контракт с предприятием, предполагается выплата стипендии размером 300 евро.

По окончании гарантируется трудоустройство и достойная оплата труда.

